FESTO

CIROS®
Studio 1.0

Handbuch

562193 DE
08/08

Bestell-Nr.: 562193
Stand: 08/2008
Autor: U. Karras
Grafik: U. Karras
Layout: 08/2008, U. Karras, J. Saßenscheidt

© Dortmunder Initiative zur rechnerintegrierten Fertigung (RIF) e.V.,
44227 Dortmund/Germany, 2008
Internet: www.ciros-engineering.com

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf/Germany, 2008
Internet: www.festo-didactic.com
e-mail: did@festo.com

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht, Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmusteranmeldungen durchzuführen.

Hinweis
Soweit in dieser Broschüre nur von Lehrer, Schüler etc. die Rede ist, sind selbstverständlich auch Lehrerinnen, Schülerinnen etc. gemeint. Die Verwendung nur einer Geschlechtsform soll keine geschlechtsspezifische Benachteiligung sein, sondern dient nur der besseren Lesbarkeit und dem besseren Verständnis der Formulierungen.

Inhalt

1.	Einleitung	5
1.1	Das 3D-Simulations-system CIROS®	5
1.2	Schreibweisen	6
1.3	Systemanforderungen	7
1.4	Installationshinweise	7
2.	Bedienung	9
2.1	Bedienoberfläche	9
2.2	Fenstertypen	12
2.3	Kamerafahrt	16
3.	Modellierung	20
3.1	Modellhierarchie	20
3.2	Modellbibliotheken	21
3.3	Modell-Explorer	28
3.4	Beispiel: Modellierung einer Arbeitszelle	29
3.5	Modellierung durch Import	38
3.6	Modellierung einer Arbeitszelle mit SPS	40
3.7	Texturierte Darstellung	44
3.8	Konzept Masterframe	44
3.9	Freischalten von Modellen	45
4.	Programmierung	48
4.1	Beispiel: Programmierung einer Arbeitszelle	48
5.	Simulation	57
5.1	Einstellungen	57
5.2	Beispiel: Simulation einer Arbeitszelle	60
5.3	Kollisionserkennung	61

5.4 Sensorsimulation 62
5.5 Handbetrieb 66
5.6 Schlauch- und Schleppkettensimulation 68
5.7 Störungssimulation 77

6. Mechanismen 83
6.1 Greifer 84
6.2 Fließband 85
6.3 Schubzylinder 86
6.4 Drehzylinder 87
6.5 Drehtisch 88
6.6 Zwei-Wege-Schubzylinder 89
6.7 Umsetzer 90
6.8 Teilezuführung 91
6.9 Näherungssensor 92
6.10 Replikator 93
6.11 Papierkorb 94
6.12 Aktionsobjekte 94

7. Kommunikationsschnittstellen 99
7.1 OPC Client 99
7.2 OPC Steuerungsanbindung 101
7.3 PARSIFAL 104
7.4 Robot Controller Interface 105

8. Anhang 147
8.1 T Tastaturbelegung 147
8.2 Abkürzungen 149

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

1. Einleitung

1.1 Das 3D-Simulationssystem CIROS®

Herzlich Willkommen zum Release 1.0 von CIROS® Studio. Mit der neuen Namensgebung CIROS® (**C**omputer **I**ntegrated **Ro**bot **S**imulation) soll hervorgehoben werden, dass mit CIROS® ein völlig neu erstellter Kern des bisherigen Simulationssystems COSIMIR® entstanden ist. Die Datenformate von COSIMIR® und CIROS® sind zu 100% kompatibel. CIROS® Studio ersetzt COSIMIR® Professional und ist Teil der CIROS® Automation Suite.

CIROS® Studio ist das Entwicklungstool zur Erstellung von 3D-Simulationen für die Fertigungsautomatisierung auf den PC-basierten Betriebssystemen Windows 2000™, Windows XP™ und Windows VISTA™.

CIROS® Studio erlaubt die Planung von industriellen Fertigungszellen, die Überprüfung der Erreichbarkeit aller Positionen, die Entwicklung der Roboter- und Steuerungsprogramme und die Optimierung des Layouts. Alle Bewegungsabläufe und Handhabungsvorgänge lassen sich simulieren, um Kollisionen auszuschließen und die Zykluszeiten zu optimieren.

Mit den Modellierungserweiterungen für CIROS® können Arbeitszellen aus Bibliothekskomponenten wie Maschinen, Robotern, Werkzeugen, Fließbändern, Magazinen etc. zusammengestellt werden. Ebenso ist die Konstruktion eigener Zellenkomponenten und der Import via des standardisierten CAD-Formats STEP von Modellteilen und Werkstücken aus anderen CAD-Systemen möglich.

1.2 Schreibweisen

Es werden bestimmte Schreibweisen für Texte sowie für Tastenkombinationen und folgen verwendet, damit Sie Informationen besser finden und identifizieren können.

Zeichenformat	Verwendung für
fett	Befehlsnamen, Menünamen und Dialogfeldnamen
kursiv	Platzhalter. Sie müssen den Text für das kursiv wiedergegebene Element angeben
GROSSBUCHSTABEN	Akronyme, Verzeichnisnamen und Dateinamen. Bei der Eingabe dieser Namen können Sie auch Kleinbuchstaben verwenden.
"Anführungszeichen"	Befehlsoptionen. Außerdem dienen die Anführungszeichen zur Angabe von Kapitelüberschriften in Verweisen.

Schreibweisen für Texte

Schreibweise	Bedeutung
TASTE1+TASTE2	Ein Pluszeichen (+) zwischen den Tastennamen bedeutet, dass Sie die genannten Tasten gleichzeitig drücken müssen.
TASTE1-TASTE2	Ein Minuszeichen (-) zwischen den Tastennamen bedeutet, dass Sie die genannten Tasten nacheinander drücken müssen.

Schreibweisen für Tastenkombinationen und -folgen

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

1.3 Systemanforderungen

Minimale Konfiguration:

Prozessor:	Prozessor min. Pentium IV 1 GHz
Hauptspeicher:	512 MB Hauptspeicher
Festplattenplatz:	5 GB frei
Betriebssystem:	Windows 2000™/XP™/VISTA™
Grafikkarte:	Karte mit 3D-Beschleunigung und OpenGL-Unterstützung, 128 MB RAM
Monitor:	17“ mit 1024 x 768 Pixel Auflösung
DVD-ROM Laufwerk:	
Schnittstellen:	Eine freie serielle Schnittstelle zur Verbindung mit der Robotersteuerung (Drive Unit), bzw. eine Netzwerkkarte zur Anbindung an die Robotersteuerung über TCP/IP. Einen freien USB Port für den USB Lizenzstecker.

Empfohlene Konfiguration:

Prozessor:	Intel Core Duo 2,2 GHz
Hauptspeicher:	1 GB
Festplattenplatz:	10 GB
Betriebssystem:	Windows 2000™/XP™/VISTA™
Grafikkarte:	Grafikkarte Nvidia 7800GTX, 512 MB RAM
Monitor:	19“ mit 1280x1024 Pixel Auflösung
DVD-ROM Laufwerk:	
Schnittstellen:	Eine freie serielle Schnittstelle zur Verbindung mit der Robotersteuerung (Drive Unit), bzw. eine Netzwerkkarte zur Anbindung an die Robotersteuerung über TCP/IP. Einen freien USB Port für den USB Lizenzstecker.
Internetzugang	
Email Client	Email-Account auf dem Rechner, um online Upgrade des Lizenzsteckers durchzuführen.

1.4 Installationshinweise

Mit CIROS® Studio haben Sie eine DVD, eine Installationsanleitung, dieses Handbuch und einen USB-Lizenzstecker erworben. Zur Installation benötigen Sie keinen Lizenzstecker.

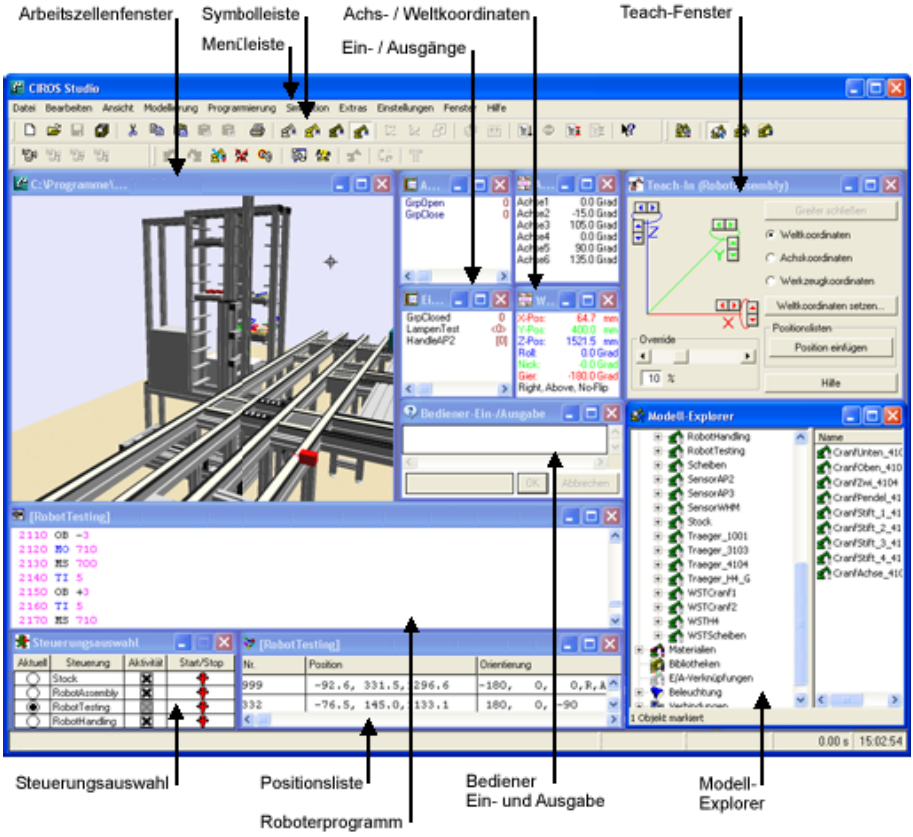
Der Lizenzstecker ist erst zum Start der Software notwendig. Alle weiteren Details finden Sie in der Installationsanleitung

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

2 Bedienung

Im Folgenden werden die grundlegenden Vorgehensweisen zur Bedienung von CIROS® beschrieben.

2.1 Bedienoberfläche



Die Bedienoberfläche wurde neu strukturiert:

- Das Menü **Datei** enthält neben den typischen Windows Funktionen folgende wichtige Funktionen:
  - Modell freischalten: mit dieser Funktion können Sie Modelle für die Bearbeitung in den Lernumgebungen Robotics, Mechatronics und Production freigeben.
  - Import und Export von Dateien (z.B. der Import von CAD-Daten im STEP-Format)

- Das Menü **Bearbeiten** enthalten alle typischen Windows Funktionen, die man unter diesem Menü erwartet.

- Das Menü **Ansicht** enthält alle Funktionen, die Sie bei der grafischen Darstellung der 3D-Simulation unterstützen.

- Das Menü **Modellierung** enthält alle Funktionen, die Sie bei der Darstellung der Modellierungsdaten unterstützen.

- Das Menü **Programmierung** stellt alle Funktionen zur Programmierung von Robotern bereit.

- Das Menü **Simulation** stellt alle Funktionen bereit, um die Simulation zu starten oder zu stoppen, Simulationseinstellungen durchzuführen, oder die Kollisionserkennung, Sensor- und Transportsimulation zu aktivieren.

- Das Menü **Extras** enthält folgende spezielle Funktionen:
  - Kamerafahrt
  - Master Frame Konzept
  - Online Kopplung: das Menü enthält alle Funktionen zur online Kommunikation mit der Mitsubishi Robotersteuerung
  - Solution Finder: Eine leistungsfähige Skriptsprache zur Programmierung von Simulationsabläufen
  - Störungssimulation: Dieses Menü stellt alle Funktionen bereit, um Störungen in einer automatisierten Anlage zu simulieren.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

- Anlage erzeugen: Hiermit können Sie von der Anlage ein xml-Datenmodell für eine übergeordnete Steuerung erstellen.

- Das Menü **Einstellungen** ermöglicht Ihnen die Konfiguration zahlreicher Komponenten:
  - CAD Import
  - Grafische Darstellung der Zelle und des Mauszeigers
  - Online Kopplung: Konfiguration der Kommunikations-schnittstelle
  - BMK: Konfiguration der Betriebsmittelkennzeichnung
  - Generelles Greiferverhalten eines Roboters
  - Einsatz des IRDATA Interpreters
  - Konfiguration der Kamerafahrt
  - Konfiguration der Kollisionsanzeige
  - Typ der Orientierungsdarstellung
  - Konfiguration des Programmeditors
  - Einstellung der Simulationsanalyse
  - Setzen des TCP
  - Transportsimulation
  - Vertexnormale

- Das Menü **Fenster** enthält neben den üblichen Windows Funktionen ein neues Untermenü **Arbeitsbereiche**.
  Dieses Menü unterstützt Sie bei der Fensterkonfiguration Ihres Arbeitsplatzes. Sie können Ihren eingestellten gesamten Arbeitsbereich speichern und dann per Knopfdruck wieder herstellen. Zusätzlich sind zahlreiche Arbeitsbereiche für verschiedene Arbeitsmodi für Sie vordefiniert:
  - SPS Betrieb
  - Handbetrieb
  - Störungsbehandlung
  - Lehrermodus
  - Roboterprogrammierung

2.2 Fenstertypen

Nachfolgend sind die wichtigsten Fenstertypen der Bedienoberfläche von CIROS® aufgeführt.

Ansichtsfenster
Im Ansichtsfenster wird die geladene Arbeitszelle grafisch dargestellt. Mit dem Befehl **Neu** im Menü **Ansicht** können Sie weitere Ansichtsfenster der Arbeitszelle öffnen, um diese zu einer Zeit aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Die räumliche Darstellung der Arbeitszelle hängt von der Wahl des Betrachterstandpunktes ab, den Sie gewählt haben:

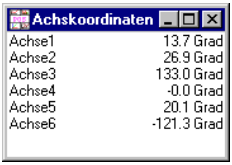
- Größendarstellung (Zoom): Mausrad (Zoom) oder linke Maustaste bei gleichzeitigem Drücken der Funktionstasten **Strg+ Umsch**
- Verschieben: Linke Maustaste bei gleichzeitigem Drücken der Funktionstaste **Umsch**
- Orientierung: Linke oder rechte Maustaste bei gleichzeitigem Drücken der Funktionstaste **Strg**

Sie haben auch die Möglichkeit, verschiedene voreingestellte Standardansichten auszuwählen. Verwenden Sie den Menübefehl **Ansicht -› Standardansichten**. Es erscheint ein Dialogfeld mit verschiedenen Optionen:

- Voreinstellung (O)
- Vorderansicht (V)
- Rückansicht (U)
- Aufsicht (A)
- Linke Seitenansicht (L)
- Rechte Seitenansicht (R)

Klicken Sie mit der Maus auf eine dieser Optionen und die entsprechende Ansicht wird übernommen, falls das Arbeitszellenfenster aktiv ist. Sie erreichen dies auch einfach durch Drücken der entsprechenden Text-Tasten.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Achskoordinaten

Das Fenster **Achskoordinaten** zeigt die Stellung der einzelnen Roboterachsen an. Für rotatorische Achsen wird die Stellung in Grad angezeigt, für translatorische Achsen in Millimeter. Ein Doppelklick auf dieses Fenster öffnet die Dialogbox **Achskoordinaten setzen**.
Drücken Sie **F7** oder verwenden Sie den Befehl **Achskoordinaten anzeigen** aus Menü **Ansicht → Roboterposition**, um das Fenster **Achskoordinaten** zu öffnen.

Weltkoordinaten

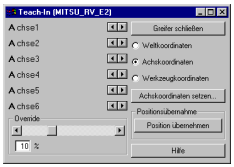
Das Fenster **Weltkoordinaten** zeigt die Position und Orientierung des Tool Center Points in Weltkoordinaten an. Neben der Position und Orientierung wird auch die Konfiguration des Roboters in der untersten Zeile des Fensters aufgezeichnet. Ein Doppelklick auf dieses Fenster öffnet die Dialogbox **Weltkoordinaten setzen.**
Drücken Sie **Umsch+F7** oder verwenden Sie den Befehl **Weltkoordinaten anzeigen** aus Menü **Ansicht → Roboterposition**, um das Fenster **Weltkoordinaten** zu öffnen.
Die Orientierungsdarstellung kann wie folgt erfolgen:

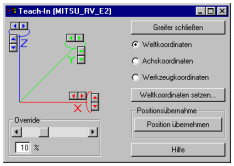
- Eulerwinkel Roll-Pitch-Yaw
- Quaterionen
- Mitsubishi 5-Achsen Orientierungsdarstellung

Die Auswahl der Orientierungsdarstellung erfolgt über das Menü **Einstellungen -› Orientierungsdarstellung**. Neben der Position und Orientierung wird auch die Konfiguration des Roboters in der untersten Zeile des Fensters angezeigt.

Hinweis

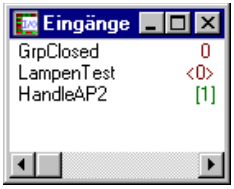
Das Weltkoordinatensystem ist hierbei stets das Basiskoordinaten-system des Roboters.





Teach-In

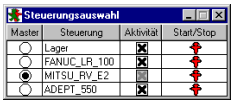
Das Fenster **Teach-In** enthält neben der Bezeichnung der Roboterachsen zwei kleine Schaltflächen, mit denen Sie die einzelnen Achsen des Roboters verfahren können. Dabei wird das Verhalten eines realen Roboters simuliert. Wenn Sie eine Schaltfläche gedrückt halten, beschleunigt der Roboter auf die eingestellte Verfahrgeschwindigkeit (Override), behält diese dann konstant bei und bremst nach Loslassen mit einer Bremsrampe auf die Geschwindigkeit 0 ab.
Durch Anklicken der entsprechenden Auswahl kann das **Teach-In** ebenso in Weltkoordinaten sowie in Werkzeugkoordinaten erfolgen.
Drücken Sie **F8** oder verwenden Sie den Befehl **Teach-In** aus Menü **Programmierung**, um das Fenster **Teach-In** zu öffnen.



Ein-/Ausgänge

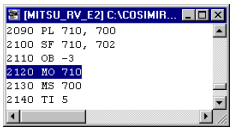
Das Fenster **Ein-/Ausgänge** zeigt, welche Signale an den Ein/Ausgängen der simulierten Steuerung anliegen. 0-Signale werden in roter Farbe, 1-Signale in grüner Farbe angezeigt. Wenn das Eingangssignal erzwungen ist, wird dies dadurch angezeigt, dass der Eingangswert in spitze Klammern eingeschlossen ist, z. B. ‹1›. Wenn der Eingang mit einem Ausgang verknüpft ist, wird der Eingangswert in eckige Klammern, z. B. [1], eingeschlossen.
Drücken Sie F9 bzw. STRG+F9 oder verwenden Sie die Befehle **Ein-/Ausgänge anzeigen** aus dem Menü **Ansicht → Ein-/Ausgänge** um das Fenster **Eingänge bzw. Ausgänge** zu öffnen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Steuerungsauswahl

Verwenden Sie den Menübefehl **Programmierung -› Steuerungs-auswahl**. In CIROS® Studio können Sie Arbeitszellen mit mehreren Steuerungen erstellen, wie z.B. einer SPS- und zwei Roboter-steuerungen, die im Simulationsmodus parallel miteinander arbeiten. Wenn Sie jedoch einen Roboter teachen wollen, so müssen Sie das Teach-in Fenster dem gewünschten Roboter zuordnen können. Diese Aufgabe übernimmt das Steuerungsauswahlfenster. Es dient zur Anzeige und Auswahl eines Masters und zur Aktivierung/Deaktivierung einzelner Steuerungen. Die Anzeige von Roboterpositionen, die Anzeige von Ein-/Ausgängen sowie des Teach-In Fensters erfolgen stets nur für den als Master ausgezeichneten Roboter oder SPS.

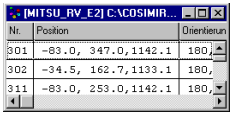


Roboterprogramm

Verwenden Sie den Menübefehl **Datei -› Öffnen** und wählen den gewünschten Dateityp

- ***.MB4** (zur Programmierung in Melfa Basic IV),
- ***.MRL** (zur Programmierung in Movemaster Command),
- ***.IRL** (zur Programmierung in IRL).

Zum Anlegen eines neuen Programms verwenden Sie den Menübefehl **Datei -› Neu** und wählen den gewünschten Dateityp für die Programmiersprache. Optional sind auch die Programmiersprachen RAPID für Roboter des Herstellers ABB, KRL für Roboter des Herstellers KUKA und V+ für Roboter der Hersteller Stäubli und Kawasaki verfügbar.



Positionsliste

Nebenstehendes Fenster enthält eine Positionsliste für einen Roboter. Der Name des zugehörigen Objektes ist in der Titelzeile angegeben. Zum Öffnen einer Positionsliste verwenden Sie den Menübefehl **Datei -› Öffnen** und wählen den gewünschten Dateityp

- ***.pos** (für Mitsubishi Roboter),
- ***.psl** (für Programmierung in IRL)

Eine neue Positionsliste legen Sie mit dem Menü **Datei -› Neu** und Auswahl des Datentyps für die Positionsliste an.

Bediener Ein-/Ausgabe

Das Fenster **Bediener-Ein-/Ausgabe** öffnet sich selbsttätig, wenn ein Roboterprogramm Befehle enthält, mit denen Daten z. B. über die serielle Schnittstelle der Robotersteuerung eingelesen oder ausgeben werden sollen.

Da in der Simulation die Robotersteuerung lediglich nachgebildet ist, werden die Daten nicht über die serielle Schnittstelle, sondern im Fenster **Bediener-Ein-/Ausgabe** ausgegeben oder von dort eingelesen.

2.3 Kamerafahrt

Mit der Kamerafahrt können Sie verschiedene Ansichten des aktiven Arbeitszellenfensters speichern. Bei laufender Simulation werden diese Ansichten nacheinander im jeweils aktiven Arbeitszellenfenster angefahren. Zwischen zwei Ansichten wird linear interpoliert, so dass eine gleichmäßige Bewegung des Betrachterpunktes entsteht. Bei der Konfiguration einer Kamerafahrt können die Halte- und die Zoomzeiten für die verschiedenen Ansichten angegeben werden. Da die Kamerafahrt mit der Simulationszeit synchronisiert ist, erfolgt die Veränderung der Ansicht immer synchron zur simulierten Arbeitszelle. Die Kamerafahrt kann in einer Video-Datei gespeichert werden. Hierbei werden verschiedene Komprimierungsverfahren unterstützt. In der Video-Datei (Datei-Erweiterung: .AVI) werden die Ansichten einer Kamerafahrt gespeichert. Die Video-Datei hat den gleichen Dateinamen und wird im gleichen Verzeichnis angelegt wie die Modell-Datei (Datei-Erweiterung: .MOD) des aktuellen Simulationsmodells.

Kamerafahrt ein-/ausschalten

Um die Kamerafahrt einzuschalten, wählen Sie den Befehl **Extras -› Kamerafahrt -› Kamerafahrt**. Wenn die Kamerafahrt eingeschaltet ist, folgt die Ansicht in der Laufenden Simulation der Perspektive der Kamera.

Kamerafahrt aufzeichnen

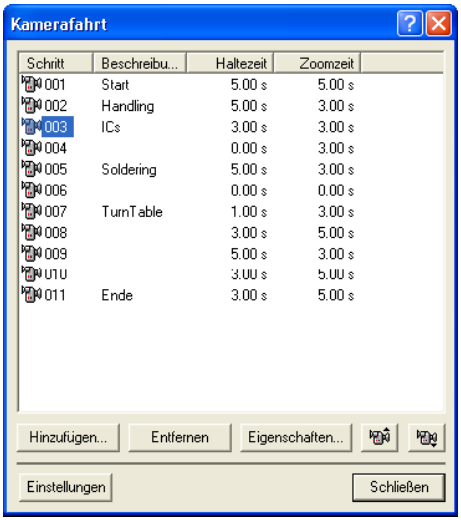
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Um eine Kamerafahrt aufzuzeichnen, schalten Sie die Kamerafahrt ein und wählen Sie den Befehl **Extras -› Kamerafahrt -› Kamerafahrt Record.**
Das Video wird entsprechend den Kamerafahrt Einstellungen aufgezeichnet. Die fertige Videodatei wird im Modellordner abgelegt unter dem Namen ‹Modellname›.avi.

Kamerafahrt Play
Um eine aufgezeichnete Kamerafahrt in CIROS wiederzugeben, benutzen Sie den Befehl **Extras -› Kamerafahrt -› Kamerafahrt Play**.
Die Wiedergabe erfolgt durch den in Ihrem System für die Wiedergabe von .avi-Videos konfigurierten Mediaplayer. Bitte beachten Sie, dass eine erneute Aufzeichnung des Videos in der Regel nicht möglich ist, solange das Video noch durch den Mediaplayer geöffnet ist.

Kamerafahrt Stop
Um die Aufnahme einer Kamerafahrt zu stoppen, wählen Sie den Befehl **Extras -› Kamerafahrt -› Kamerafahrt Stop**.

Kamerafahrt konfigurieren
Um eine Kamerafahrt für ein Simulationsmodell zu konfigurieren, verwenden Sie den Befehl **Einstellungen -› Kamerafahrt**. Dieser Befehl öffnet das Dialogfeld **Kamerafahrt**, mit dem Sie alle Schritte einer Kamerafahrt konfigurieren können.



Einstellungsoptionen

Liste mit Ansichten
In dieser Liste sind alle Ansichten für die Kamerafahrt aufgeführt. Um eine Ansicht zu markieren, klicken Sie auf die Nummer der Ansicht in der Spalte Schritt. Ein kontextsensitives Menü können Sie über die rechte Maustaste erreichen. Ein Doppelklick auf einen Schritt in dieser Liste wechselt im aktiven Arbeitszellenfenster zu zugehörigen Ansicht.

Hinzufügen

Um die aktuelle Ansicht in die Liste aufzunehmen, klicken Sie auf Hinzufügen.

Entfernen

Um die markierte Ansicht aus der Liste zu löschen, klicken Sie auf Entfernen.

Eigenschaften

Um die Eigenschaften der markierten Ansicht im Dialogfeld **Kamerafahrt - › Schritt X** zu bearbeiten, klicken Sie auf **Eigenschaften**.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Um die markierte Ansicht nach oben zu verschieben, klicken Sie auf diese Schaltfläche.

Um die markierte Ansicht nach unten zu verschieben, klicken Sie auf diese Schaltfläche.

Einstellungen

Um die Einstellungen der Kamerafahrt und der Aufnahme im Dialogfeld **Einstellungen - Video** zu verändern, klicken Sie auf Einstellungen.

Sämtliche Einstellungen der Kamerafahrt werden beim Schließen dieses Dialoges automatisch übernommen und in der zum Modell gehörenden .ini Datei abgelegt. Um Änderungen zu übernehmen, darf diese Datei nicht schreibgeschützt sein. Die Liste der Schritte kann zu Backup-Zwecken oder zur Verwendung in anderen Arbeitszellen exportiert und importiert werden. Verwenden Sie hierzu die Menübefehle **Datei -› Exportieren** bzw. **Datei -› Importieren** und wählen Sie dann den Dateityp CIROS Kamerafahrt (Dateiendung .ccc).

3. Modellierung

Zur Modellierung robotergestützter Arbeitszellen in CIROS® stehen Ihnen verschiedene Hilfsmittel wie Modellbibliotheken und der Modell-Explorer zur Verfügung. Anhand eines einfachen Beispiels wird die Modellierung von Arbeitszellen erläutert.

3.1 Modellhierarchie

In der Modellhierarchie von CIROS® sind die folgenden Elementtypen enthalten:

Objekte
Die oberste Einheit in der Elementestruktur sind die Objekte.
Beispiel: Ein Roboter ist ein Objekt.

Gruppen
Die Gruppen sind Objekten zugeordnet. Jede Gruppe kann einen Freiheitsgrad besitzen und ist somit gegenüber der vorherigen Gruppe beweglich.
Beispiel: Die Achse eines Roboters ist eine Gruppe.

Komponenten
Die Komponenten sind Gruppen zugeordnet und bestimmen die grafische Darstellung.
Beispiel: Eine Fläche, ein Quader oder Polyeder sind Komponenten.

Greiferpunkte
Damit ein Objekt ein anderes Objekt greifen kann, wird einer Gruppe des greifenden Objektes ein Greiferpunkt zugeordnet.
Beispiel: Am Flansch der sechsten Achse eines Roboters befindet sich ein Greiferpunkt.

Greifpunkte
Um von einem anderen Objekt gegriffen werden zu können, wird einer Gruppe des zu greifenden Objektes ein Greifpunkt zugeordnet.
Beispiel: Ein Werkstück, das gegriffen wird, besitzt einen Greifpunkt.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

3.2 Modellbibliotheken

CIROS® verfügt über umfangreiche teils optionale Modellbibliotheken. Aus diesen Bibliotheken können Objekte oder Modellteile einer Arbeitszelle hinzugefügt werden.
Die folgenden Modellbibliotheken sind verfügbar:

- Roboter
  - ABB Roboter
  - Fanuc Roboter
  - KUKA Roboter
  - Mitsubishi Roboter
  - Reis Roboter
  - Stäubli Roboter
  - Verschiedene
- SPS
  - LogicController
  - Siemens S5/S7
  - E/A- Steuerungen
  - Simulationssteuerung
- Verschiedenes
  - Greifer
  - Grundkörper
  - Materialien
  - Mechanismen
  - LEDs
  - Sensoren
  - Texturen
- Modellierungshilfen
  - Vorbereitete funktionelle Objekte teilweise mit grafischer und teilweise ohne grafische Darstellung; z.B. Kinematik für drei Linearachsen, Gravitationsfläche, Kamera zur Lageerkennung, usw.
- Erweiterte Mechanismen wie z.B. Servomotor, Getriebe, Kardangelenk, Klapptür usw.
- Festo FMS
  - Diese Bibliothek enthält zahlreiche vordefinierte Fertigungs- und Robotermontagestationen, Transportsysteme und Hochregallager zum Aufbau einer Fertigungsanlage. Die Arbeitszellen besitzen vorbereitete Roboter- bzw. SPS Programme, um gewisse Aufgaben durchzuführen, die aber von

einem übergeordneten Leitsystem gestartet werden müssen.

- MPS Stationen — Diese Bibliothek stellt alle aktuellen MPS Stationen bereit mit vorbereiteten S7-Programmen
- MPS 500 — Mit dieser Bibliothek können Sie MPS Anlagen mit einem Bandumlaufsystem erstellen.

Das Dialogfeld **Modellbibliotheken** zum Einfügen von Objekten bzw. Modellteilen aus Modellbibliotheken können Sie wie folgt öffnen und schließen:

Menü Modellierung/Modellbibliothek

Symbolleiste

Mit dem Menü **Datei -> Neu** erhalten Sie verschiedene Optionen, um eine neue Arbeitszelle zu öffnen:

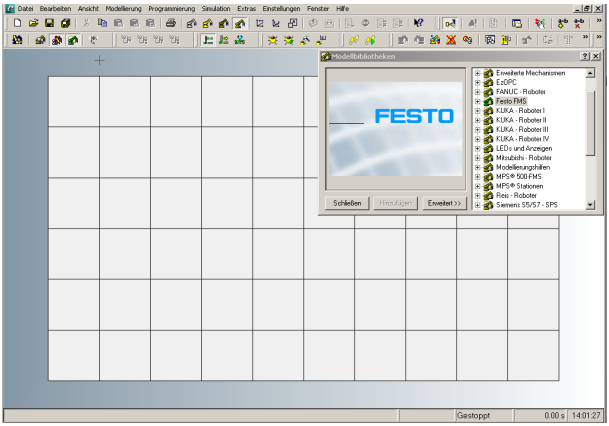
- MPS Anlage
- Produktionslinie
- Mitsubishi Projekt
- Arbeitszelle

Wählen Sie **MPS Anlage**, dann öffnet sich nach Eingabe eines Namens für die neue Arbeitsumgebung der Editor zur Erstellung einer MPS Anlage:

Arbeitszelle: MPS Anlage

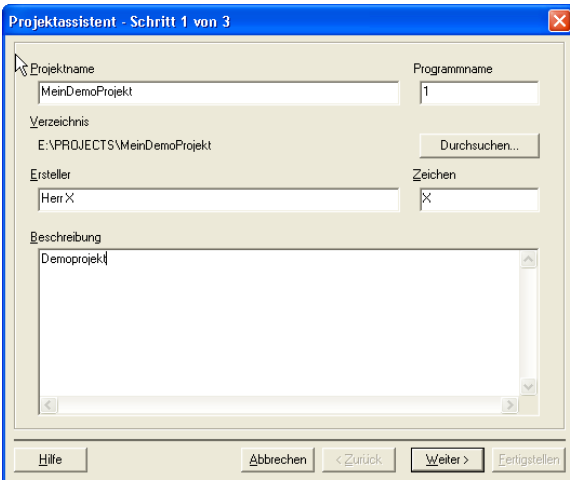
Wählen Sie **Produktionslinie**, dann öffnet sich der Editor zur Gestaltung einer iCIM-Fertigungsanlage:

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Arbeitszelle: Produktionslinie

Wählen Sie Mitsubishi-Projekt, dann öffnet sich folgender Dialog zur Konfiguration des Projektes:

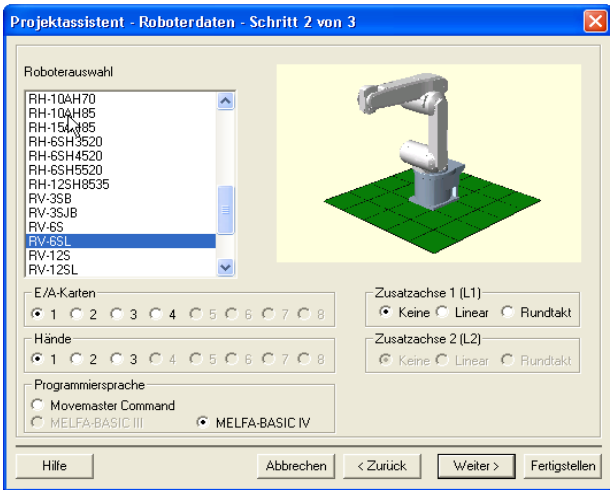


Arbeitszelle: Mitsubishi-Projekt

Projektname	Tragen Sie den gewünschten Namen in dieses Feld ein. Der Name dient zur späteren Identifikation des Projektes, z. B. wenn Sie das Projekt später wieder öffnen. Der Vorschlag für ein neues Projekt ist "UNTITLED". Bei der Installation wird automatisch ein Verzeichnis "Projects" unterhalb des ...CIROS\Mitsubishi\ Verzeichnisses angelegt. Aus dem Projektnamen wird dann immer ein Unterverzeichnis erstellt, das ebenfalls den Projektnamen hat. In diesem Verzeichnis werden dann alle Dateien zum Projekt abgelegt.
Programmname	Der hier eingetragene Name wird als Vorschlag beim Download eines Programmes in die Robotersteuerung vorgegeben.
Verzeichnis/Durchsuchen	Hier ist das aktuell gewählte Verzeichnis zum Abspeichern des Projektes eingetragen. Um ein anderes Verzeichnis auszuwählen, benutzen Sie die Schaltfläche **Durchsuchen**.
Ersteller	Sie können dieses Feld zur Eintragung Ihres Namens nutzen. Der eingetragene Name erscheint in der Fußzeile aller Projektausdrucke.
Zeichen	Hier können Sie ein Namenskürzel eintragen, das dann später z. B. bei der Eintragung von Änderungen benutzt werden kann.
Beschreibung	In dieses Feld können Sie eine Beschreibung des Projektes eintragen. Die Beschreibung kann z. B. Informationen über die verwendete Roboterkonfiguration und die Aufgaben des erstellten Roboterprogrammes enthalten.
Allgemeines	Die eingetragenen Daten bleiben beim Wechsel in einen anderen Dialog des Assistenten erhalten, außerdem werden sie beim Verlassen des Assistenten über Fertigstellen gespeichert. Beim Verlassen des Assistenten mit Abbrechen gehen alle eingetragenen Daten verloren.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Schritt 2/3

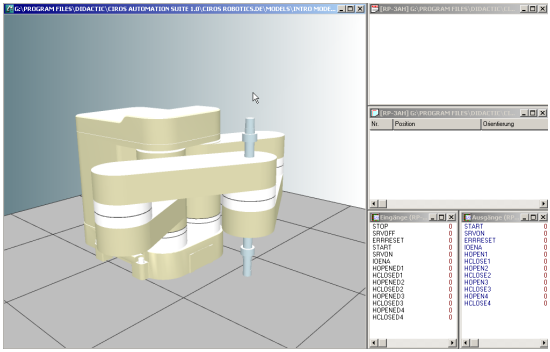

Projektassistent - Roboterdaten - Schritt 2 von 3
Roboterauswahl
RH-10AH70
RH-10AH85
RH-15AH85
RH-6SH3520
RH-6SH4520
RH-6SH5520
RH-12SH8535
RV-3SB
RV-3SJB
RV-6S
RV-6SL
RV-12S
RV-12SL
E/A-Karten
1 2 3 4 5 6 7 8
Zusatzachse 1 (L1)
Keine Linear Rundtakt
Hände
1 2 3 4 5 6 7 8
Zusatzachse 2 (L2)
Keine Linear Rundtakt
Programmiersprache
Movemaster Command
MELFA-BASIC III
MELFA-BASIC IV
Hilfe
Abbrechen
< Zurück
Weiter >
Fertigstellen

Roboterauswahl	Wählen Sie hier den gewünschten Robotertyp aus. Ein Modell des gewählten Roboters wird im oberen rechten Bereich des Dialogs angezeigt.
E/A-Karten	Hier können Sie die Anzahl eingebauter E/A-Karten festlegen. Die Einstellung wirkt sich z. B. auf die Auswahlmöglichkeiten im E/A-Monitor aus. Die maximale Anzahl von E/A-Karten hängt vom Robotertyp ab: · Movemaster RE-xxx: 3 Karten · Movemaster RV-M1/2: 2 Karten
Hände	Tragen Sie hier die Anzahl der montierten Greifer ein.
Programmiersprache	Die Programmiersprache wird zur Erzeugung eines leeren Roboterprogramms benutzt. Außerdem wird über die Auswahl der Syntax-Checker bestimmt. Dieser Auswahlpunkt ist nur verfügbar, wenn der gewählte Robotertyp mehr als eine Programmiersprache unterstützt, sonst wird die einzig gültige Einstellung automatisch benutzt.
Zusatzachse 1(L1)	Hier können Sie die Benutzung einer Zusatzachse festlegen und deren Typ bestimmen.
Zusatzachse 2 (L2)	Die Art der zweiten Zusatzachse kann hier bestimmt werden. Der Punkt ist nur verfügbar, wenn für die erste Zusatzachse (L1) der Typ Linear oder Rundtakt gewählt wurde und der Robotertyp zwei Zusatzachsen unterstützt (Movemaster RE-xxx). Die Roboter Movemaster RV-M1/M2 unterstützen nur eine Zusatzachse.
Schritt 3/3	In das Feld **Änderungen** können Sie Informationen über die Projekthistorie, wie z. B. Änderungen und Erweiterungen des Roboterprogrammes, eintragen. Dann klicken Sie auf die Schaltfläche

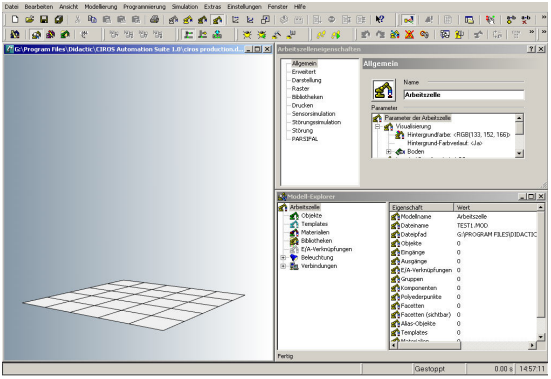
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Fertigstellen und die Arbeitszelle mit dem selektierten Roboter, dem Programmierfenster und Positionsliste werden dargestellt.

Mit dem Menübefehl **Fenster -› Roboterprogrammierung -› Programmfenster, Positionsliste, E/A-Anzeige** erhalten Sie eine optimale Anzeige der verschiedenen Fenster.



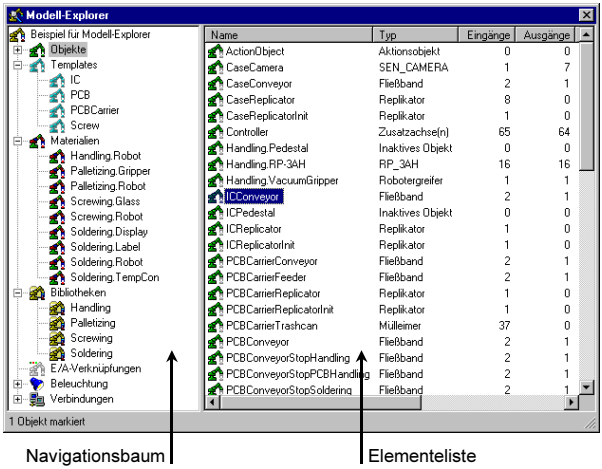
Wählen Sie **Arbeitszelle**, dann öffnet sich folgende Arbeitsumgebung in Verbindung mit dem Modell-Explorer.



Arbeitszelle

3.3 Modell-Explorer

Mittels des **Modell-Explorers** kann auf alle Elemente einer Arbeitszelle zugegriffen werden. Dies gilt neben den Objekten und unterlagerten Elementen auch für Materialien, Bibliotheken, Beleuchtungseinstellungen und alle E/A-Verknüpfungen.



Das Fenster des Modell-Explorers ist zweigeteilt:
Im linken Bereich ist ein **Navigationsbaum** mit den Ordnern für die einzelnen Elemente einer Arbeitszelle dargestellt.

Die **Elemente Liste** im rechten Bereich enthält die Elemente des im Navigationsbaum ausgewählten Elemente Ordners.

Um auf ein Element zuzugreifen, können Sie es sowohl im Navigationsbaum, wenn es dort aufgeführt ist, als auch in der Elemente Liste auswählen, indem Sie mit der Maus auf das Element klicken.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Ein von der Elemente Auswahl abhängiges **Kontextmenü** mit den am häufigsten verwendeten Befehlen erreichen Sie durch Klicken der rechten Maustaste auf ein Element oder einen Elemente Ordner.

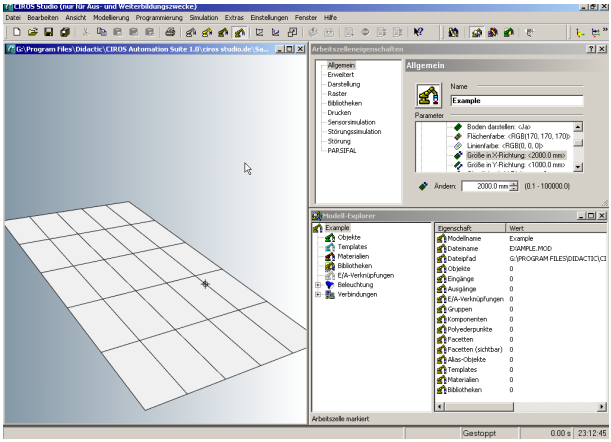
Den Modell-Explorer können Sie wie folgt öffnen und schließen:

Menü	Modellierung/Modell-Explorer
Tastatur	STRG+T
Symbolleiste	

3.4 Beispiel: Modellierung einer Arbeitszelle

In diesem Beispiel wird die Modellierung einer einfachen Arbeitszelle Schritt für Schritt beschrieben. Die Programmierung und die Simulation werden in den Beispielen der darauffolgenden Kapitel behandelt.

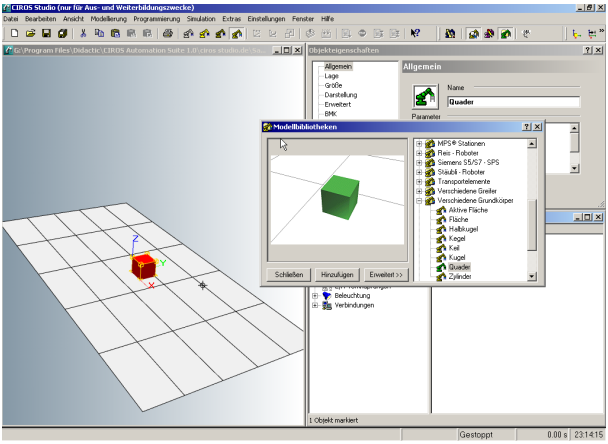
Um eine neue Arbeitszelle anzulegen, wählen Sie den Befehl **Neue Arbeitszelle** aus dem Menü **Datei**. Geben Sie den Dateinamen (z. B. „Example.mod“) für die neue Arbeitszelle ein.
Nachdem die neue Arbeitszelle angelegt wurde, können Sie den Namen der Arbeitszelle wählen sowie weitere Eigenschaften der Zelle (z. B. Hintergrundfarbe, Bodenfarbe und -größe) verändern. Verwenden Sie hierzu das Dialogfeld **Arbeitszelleneigenschaften** bei markierter Arbeitszelle im **Modell-Explorer**. Ändern sie den x-Wert der Bodengröße auf x = 2200 mm.



Öffnen Sie das Dialogfeld **Modellbibliotheken** über den Menübefehl **Modellierung -› Modellbibliotheken** oder die Schaltfläche in der Symbolleiste.

Fügen Sie der Arbeitszelle einen Quader aus der Modellbibliothek **Verschiedene Grundkörper** hinzu.

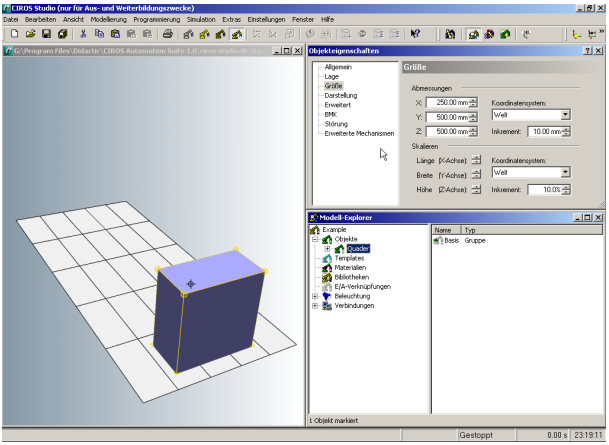
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Im Dialogfeld Elementeigenschaften werden immer die Eigenschaften des markierten Elements angezeigt. Bearbeiten Sie die Elementeigenschaften des Quaders im Dialogfeld Objekteigenschaften wie folgt:

Position (x,y,z): 750mm,-250mm, 0mm
Größe (x,y,z): 250mm, 500mm,500mm

Wählen Sie eine Farbe für das Objekt aus, z.B. ein helles Blau.
Benennen Sie im Modell-Explorer das Objekt Quader in **Table** um.



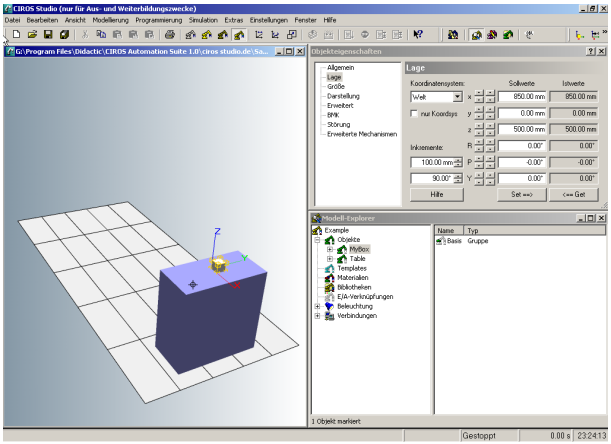
Fügen Sie Ihrer Arbeitszelle einen zweiten Quader hinzu. Benennen Sie den Quader in **MyBox** um, und bearbeiten Sie die Eigenschaften wie folgt:

Position (x,y,z): 850mm,0mm,500mm

Größe (x,y,z): 50mm,50mm,50mm

Wählen Sie eine Farbe für das Objekt aus, z.B. ein helles Grau.

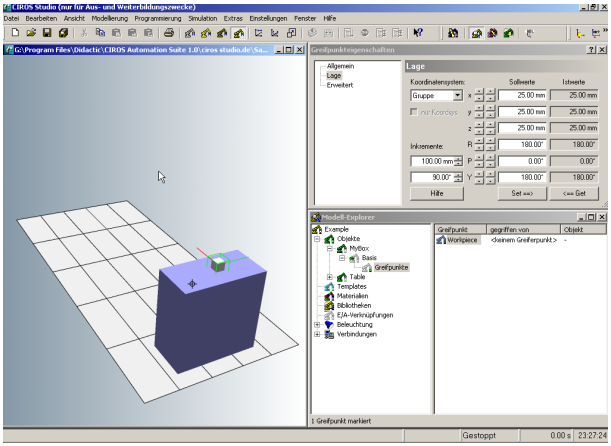
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



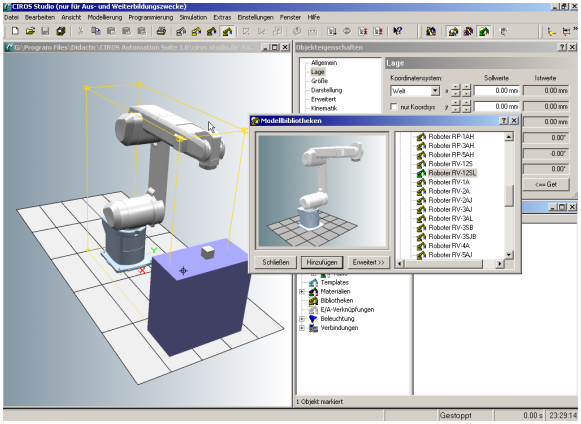
Damit ein Roboter ein Werkstück an einer definierten Position greifen kann, werden Objekten Greifpunkte zugewiesen. Fügen Sie daher dem Objekt **MyBox** einen **Greifpunkt** hinzu: Markieren Sie dazu die Gruppe Basis im Modell-Explorer und wählen Sie den Kontextmenübefehl **Neu -› Greifpunkt**.

Benennen Sie den Greifpunkt nach **Workpiece** um und verschieben Sie den Greifpunkt in die Mitte des Objektes, indem Sie in den Greifpunkteigenschaften folgende Koordinaten eingeben, wobei Sie als Bezugskoordinatensystem das Koordinatensystem der zugehörigen Gruppe wählen:

Position (x,y,z):	25mm,25mm,25mm
Orientierung (r,p,y):	180°,0°,180°

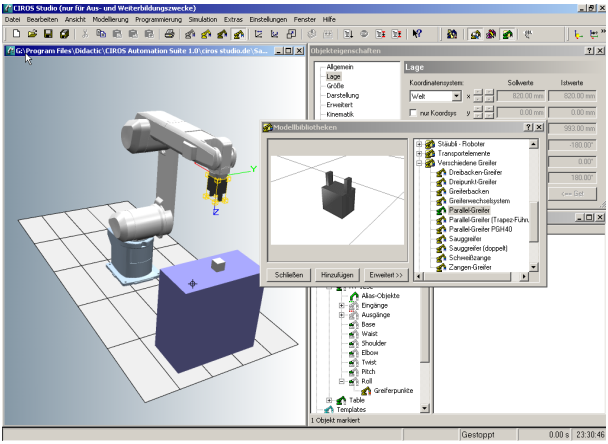


Fügen Sie den MITSUBISHI-Roboter RV-12SL aus der Modellbibliothek Mitsubishi Roboter hinzu.

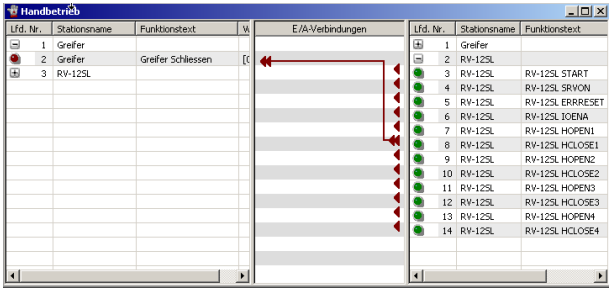


Fügen Sie den Parallel-Greifer aus der Modellbibliothek **Verschiedene Greifer** hinzu. Der Greifer wird automatisch am Flansch des Roboters befestigt.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Führen Sie nun den Menübefehl **Modellierung -› Handbetrieb** aus, um das Fenster **Handbetrieb** zu öffnen.



Im Dialog **Handbetrieb** sind links die Eingänge und rechts die Ausgänge aller Objekte aufgeführt.

In der Mitte befindet sich das Feld E/A-Verknüpfungen, in dem die Verbindungen zwischen den Ein- und Ausgängen angezeigt und verändert werden können. Um die elektrische Verbindung zwischen Robotersteuerung und Greifer nachzubilden, klicken Sie im Feld E/A Verbindungen auf den Pfeil neben dem Ausgang HCLOSE1 des Roboters und ziehen eine Verbindung zum Eingang Schließen des Greifers.

Schließen Sie das Fenster Handbetrieb. Speichern Sie abschließend die Arbeitszelle mit dem Menübefehl **Datei -› Speichern** oder wählen sie die Schaltfläche in der Symbolleiste.

Die modellierte Arbeitszelle können Sie aus dem folgenden Installationsverzeichnis von CIROS® öffnen: ‹Installationsverzeichnis›\GettingStarted\Mitsubishi\Modeling\Example .mod.

Entsprechende Beispiele können Sie auch für ABB Roboter oder KUKA Roboter durchführen. Fügen Sie z.B. den ABB-Roboter **IRB 2400 10/16** aus der Modellbibliothek **ABB Roboter** oder den **KR6** aus der Modellbibliothek **KUKA Roboter** hinzu. Bevor Sie die E/A Verdrahtung durchführen wählen Sie im Modell-Explorer den Ausgang [inaktiv 000] des Roboters aus. Drücken Sie F2, um den Ausgang umzubenennen und nennen Sie den Ausgang **Grasp**. Der Ausgang ist damit automatisch aktiviert und kann wie zuvor verwendet werden.

Beispiel-Modelle

Zahlreiche weitere Beispiele finden Sie im Verzeichnis Samples des Installationsverzeichnisses von CIROS Studio. Diese Beispiele sind alle schreibgeschützt, so dass Sie diese stets zur Präsentation im Originalzustand zeigen können. In der Hilfe zu CIROS® finden Sie einen Abschnitt **Beispiel-Modelle**. Hier können Sie über eine grafische Navigation das Beispielmodell in ihrem Verzeichnis zur weiteren Bearbeitung öffnen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Zur interaktiven Erstellung von Modellen werden im Hilfesystem von CIROS® drei Tutorials angeboten:

- Tutorial
- Erweitertes Tutorial
- Tutorial: SPS gesteuerte Paketanlage

Mit dem ersten Tutorial werden die Grundlagen zur Modellierung erarbeitet. Das erweiterte Tutorial führt fortgeschrittene Modellierungsmechanismen ein. Im dritten Tutorial wird eine über Rollen realisiertes Transportsystem für Pakete modelliert, das von einer SPS gesteuert wird.

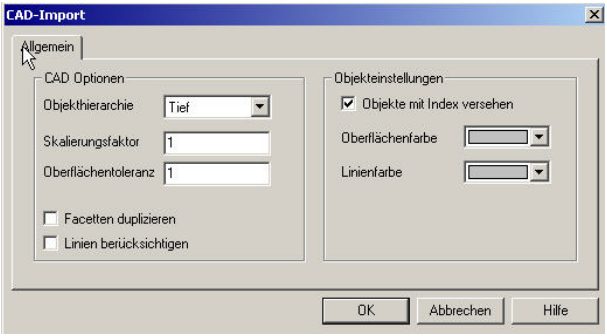
3.5 Modellierung durch Import

Sie können zu einer aktuellen Arbeitszelle zusätzliche Modelldateien hinzuladen. Es stehen Ihnen folgende Formate zum Einlesen zur Verfügung:

- CIROS Arbeitszellen (*.mod)
- CIROS E/A-Verknüpfungen (*.cct)
- CIROS Kamerafahrt (*.ccc)
- STEP (*stp, *.step)

Zum Import wählen Sie die Menüfunktion **Datei → Importieren**. Zum Aufbau einer neuen Arbeitszelle dient Ihnen die vorhandene umfangreiche Bibliothek oder Sie möchten aus vorhandenen Arbeitszellen Komponenten in Ihre Zelle importieren. Dazu speichern Sie diese Komponenten als *.mod Dateien ab und können Sie dann zum Import verwenden.

Bei Wahl des CAD-Formats STEP werden Sie zunächst nach der Datei gefragt, die Sie importieren wollen. Dann öffnet sich folgender Dialog:



Objekthierarchie

Wählen Sie hier, wie die einzelnen Elemente Ihrer CAD-Datei auf die Objekthierarchie Ihres Modells abgebildet werden sollen.

Eine tiefe Hierarchie resultiert nach dem Import in vielen Objekten, die jeweils nur eine Gruppe enthalten.

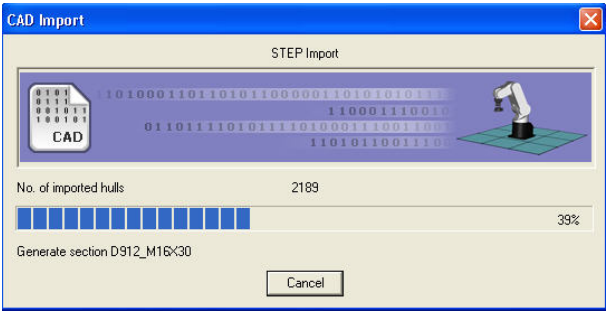
Eine flache hingegen resultiert in wenigen Objekten mit jeweils mehreren Gruppen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Skalierungsfaktor	Mit dem Skalierungsfaktor können Sie das Verhältnis der Größe der Objekte in der Arbeitszelle zur Größe im CAD-Modell beeinflussen. Die Größe eines Elements in der CAD-Datei wird dann beim Import mit dem Skalierungsfaktor multipliziert. Der Standardwert ist 1.
Oberflächentoleranz	Die Oberflächentoleranz gibt an, ab wann für Rundungen eine neue Facette erzeugt werden soll. Die Voreinstellung ist 1 (1mm). Je höher der Wert gewählt ist, desto geringer ist die Anzahl der Facetten in den importierten Objekten. Zu hohe Werte können dazu führen, dass Rundungen "eckig" aussehen.
Facetten duplizieren	Facetten sind nur aus Richtung ihrer Normalen sichtbar. Wenn eine Facette in einer CAD-Datei so modelliert ist, dass ihre Normale z.B. zur Innenseite des Objekts zeigt, kann es passieren, dass die Facette nur von "innen" sichtbar ist. Für diesen Fall bietet der Dialog die Option Facetten duplizieren an. Beim Duplizieren wird zu jeder Facette eine deckungsgleiche Facette mit umgekehrter Orientierung erzeugt. Dies garantiert die Sichtbarkeit von beiden Seiten, geht allerdings mit einer Verdoppelung der Anzahl der Facetten und damit mit einem größeren Modell einher.
Linien berücksichtigen	Wenn die CAD-Datei Polylinien enthält, können diese auf Benutzerwunsch mit importiert werden.
Objekte mit Index versehen	In CAD-Dateien mit mehreren Objekten kann derselbe Objektname mehrfach vergeben sein. Um einen eindeutigen Namen in der Objekthierarchie des Modells sicherzustellen, können Sie mit dieser Option die Objekte beim Import zusätzlich mit einem Index versehen.
Oberflächenfarbe / Linienfarbe	Wenn in der CAD- Datei für eine Fläche oder Linie keine Farbe angegeben ist, wird beim Import automatisch die hier ausgewählte

Flächen- bzw. Linienfarbe verwendet.

Bestätigen Sie Ihre Einstellen mit OK und es wir der Import gestartet:



Der Import prüft anschließend die ausgewählte CAD-Datei. Danach werden ein oder mehrere Objekte generiert und dem Modell hinzugefügt. Die Struktur der importierten Daten innerhalb des Modells (Anzahl der Objekte, Hierarchieebenen) hängt hierbei von Ihren Import-Einstellungen im Dialog ab.

Nach dem Import von Fremdformaten müssen Sie im Allgemeinen das Geometriemodell entsprechend der Modellhierarchie von CIROS® anpassen.

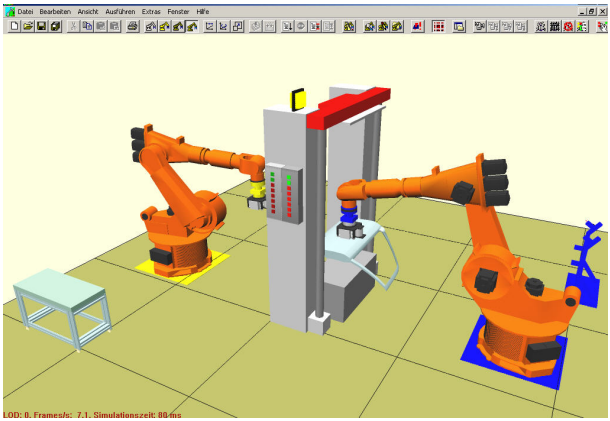
3.6 Modellierung einer Arbeitszelle mit SPS

Bei der Modellierung komplexer Arbeitszellen werden Standardkomponenten wie z.B. Roboter, Greifer, Fließbänder und SPSen aus Bibliotheken geladen. Lediglich zellen- oder anwendungsspezifische Teile müssen mit Hilfe elementarer Hüllkörper modelliert werden. Nach dem Einfügen aller Zellenobjekte werden die entsprechenden Ein- und Ausgänge der steuerbaren Objekte mit der SPS verknüpft und die Steuerungsprogramme erstellt. Roboterprogramme in verschiedenen Sprachen können in CIROS® erstellt und mit Positionslisten verknüpft werden. Die Programmierung der SPS erfolgt in Step7 mittels einer SPS-Entwicklungsumgebung, wie sie von den SPS-Herstellern oder von Softwarehäusern angeboten werden. Die so erzeugten SPS-Programme

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

können dann in CIROS® geladen und während einer Simulation interpretiert werden.

Die weiter unten abgebildete Mehrroboterzelle liegt vollständig modelliert mit allen Programmen Ihrer CIROS® Version als Demo bei (‹Installationsverzeichnis›\Samples\ S7\PressAutomation S7 KUKA\PressAutomation.mod).



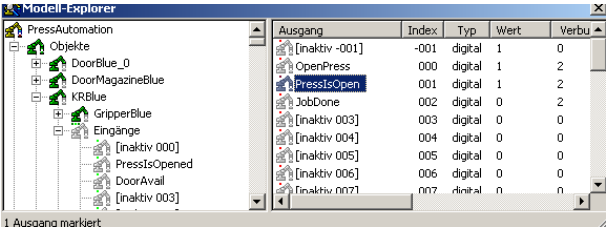
Zunächst werden die Presse, der Ablagetisch und eine Autotür aus geometrischen Basiselementen modelliert und mit entsprechenden Mechanismen versehen, vgl. Kapitel 6. Dann werden die beiden KUKA Roboter KR125 aus der Bibliothek in die Zelle geladen und mittels des Modell Explorers positioniert. Der Roboter auf der gelben Fläche wird mit KRYellow und der Roboter auf der blauen Fläche wird mit KRBlue bezeichnet.

Speicherprogrammierbare Steuerungen kann man aus der Bibliothek Siemens S5/S7 SPS laden. Wir wählen in diesem Beispiel die S7 mit 8 digitalen Eingängen (DE) und 8 digitalen Ausgängen (DA). Die Positionierung der SPS erfolgt mittels des Modell-Explorers wie zuvor beschrieben. Die SPS kommuniziert mit anderen Geräten vorwiegend

über digitale und analoge Ein- und Ausgänge.

Als Beispiel soll eine Kommunikation zwischen SPS und dem Roboter KRBlue realisiert werden. Die SPS soll dem Roboter melden, wann die Presse oben ist, so dass dann der Roboter die Autotür zum Pressvorgang einlegen kann:

a) Die SPS ist im Modell-Explorer mit PLC bezeichnet. Öffne die Liste der Ausgänge der SPS und benenne den zweiten Ausgang mit **PressIsOpen**. Dazu den Ausgang selektieren und dann durch rechten Mausklick das Kontextmenü öffnen. Wählen Sie das Menü **Umbenennen** und geben Sie dann den Namen ein.
b) Entsprechend benennen Sie einen Eingang beim Roboter KRBlue mit PressIsOpened.
c) Zur Erstellung einer Kommunikation verbinden Sie nun einfach den Ausgang **PressIsOpen** von der PLC mit obigen Eingang des Roboters. Hierzu selektieren Sie den Ausgangsbereich der PLC. Dann erscheint im rechten Fensterbereich des Modell-Explorers die Anzeige aller Ausgänge der PLC.



d) Sie selektieren den gewünschten Ausgang **PressIsOpen** mit der Maus und ziehen diesen auf den gewünschten Eingang **PressIsOpened** des Roboters. Die Verbindung ist damit hergestellt.

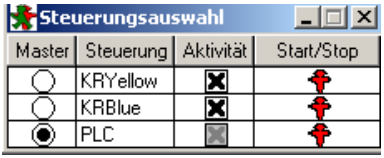
Laden eines S7 Programms

Der in CIROS® integrierte S7 Simulator interpretiert ablauffähige S7 Programme. Jede Arbeitszelle kann mehrere SPSen enthalten. Jede SPS wird von einem S7 Programm gesteuert. Beim Laden einer Arbeitszelle wird das zugehörige S7 Programm ebenfalls geladen. Dieses S7 Programm können Sie jedoch bei Bedarf gegen ein anderes S7 Programm austauschen. Nach dem erstmaligen Laden einer Arbeitszelle in CIROS®

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

enthält die SPS allerdings kein Programm; das entsprechende S7 Programm muss der SPS zunächst zugewiesen werden. Hierzu gehen Sie wie folgt vor:

- Stellen Sie sicher, dass die Simulation gestoppt ist, vgl. Kapitel 5.
- Mit dem Befehl **Programmierung → Steuerungsauswahl** öffnen Sie das Steuerungsauswahlfenster:



- Selektieren Sie in der Spalte **Master** die gewünschte SPS durch Anklicken des entsprechenden Optionsfelds, hier PLC.
- Öffnen Sie die Dialogbox **Datei öffnen** mit dem Befehl **Datei → Öffnen**. Selektieren Sie in dem Feld **Dateityp** den Eintrag **"S7 Projekt"**. Dann werden alle im aktuellen Ordner verfügbaren Dateien dieses Formats angezeigt.
- Wählen Sie das gewünschte S7 Projekt aus, indem Sie einen Doppelklick auf den Dateinamen ausführen oder die Datei anwählen und danach den Knopf **Öffnen** anklicken.

3.7 Texturierte Darstellung

Eine Texturdarstellung kann einfach als Materialeigenschaft realisiert werden. Im Dialogfeld **Materialeigenschaften ->Textur** können Sie die Textur für das ausgewählte Material ändern. Das Dialogfeld Materialeigenschaften erreichen Sie über den Kontextmenübefehl Eigenschaften beim Klicken mit der rechten Maustaste auf ein Material oder über den Menübefehl Eigenschaften des Menüs Bearbeiten bei ausgewähltem Material und anschließendem Auswählen des Eintrags **Textur**:

Dies erlaubt es beliebige Bilder auf Oberflächen in der modellierten Arbeitszelle zu legen.

3.8 Konzept Masterframe

Das Masterframe ist ein frei definierbares Frame (x,y,z,R,P,Y), das zur Positionierung von Elementen oder zur Positionierung des TCP des aktuellen Roboters verwendet werden kann. Das Masterframe dient hauptsächlich der grafischen Modellierung und wird über die nachfolgend beschriebenen Schaltflächen in der Werkzeugleiste bedient.

Anzeigen des Masterframes:
Benutzen Sie diese Schaltfläche, um das Koordinatensystem des Masterframe im Ansichtsfenster ein- bzw. auszublenden.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Positionieren des Masterframes:
Das Masterframe kann wahlweise manuell über den Dialog **MasterFrame Lage** eingegeben werden oder an Elementen automatisch ausgerichtet werden:

Setzt das Masterframe auf die aktuelle Position des 3D-Cursors

Setzt das Masterframe auf die Position des aktuell selektierten Elements. Sind mehrere Elemente selektiert, so wird aus den einzelnen Positionen der selektierten Elemente der geometrische Schwerpunkt ermittelt und dieser stellvertretend als Position der Selektion verwendet.

Setzt das Masterframe auf die Position des TCP des aktuellen Roboters

Öffnet einen Dialog, in dem Sie die Koordinaten des Masterframes direkt eingeben können.

Positionieren mit Hilfe des Masterframes:
Verschiebt die aktuelle Selektion auf die Position des Masterframes. Sind mehrere Elemente selektiert, so wird jedes der selektierten Elemente an die Position des Masterframes verschoben.

Setzt den TCP des aktuellen Roboters auf die Position des Masterframes.

3.9 Freischalten von Modellen

Der Befehl **Datei->Modell freischalten** steht nur in CIROS® Studio zur Verfügung. Mit Hilfe der Freischaltung kann für das aktuell geöffnete Modell eine Prüfsumme erstellt und im Kopierschutzstecker abgelegt

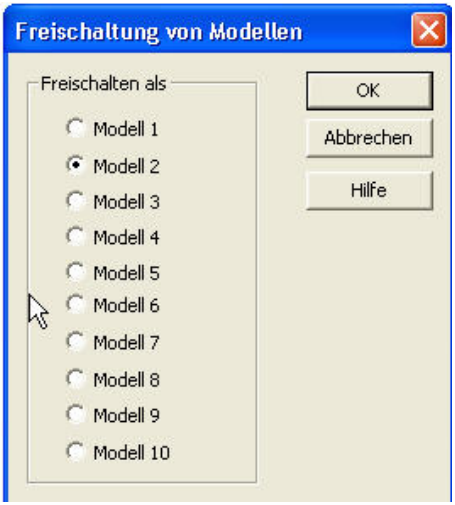
werden.
Diese Prüfsummen erlauben es, bis zu zehn eigene oder modifizierte Arbeitszellen zusätzlich zu den mitgelieferten Modellen für die CIROS® Ausbildungsversionen (CIROS® Mechatronics/ CIROS® Advanced Mechatronics/ CIROS® Robotics/ CIROS® Production) zur Verfügung zu stellen.

Wichtig

Die Prüfsummen werden im CIROS® Studio Kopierschutzstecker abgelegt. Die Lizenzen für die Ausbildungsversionen müssen sich auf demselben Kopierschutzstecker befinden, damit die Ausbildungsversionen darauf zugreifen können.
Die freigeschalteten Modelle müssen zu den entsprechenden Versionen von CIROS® kompatibel sein (z.B. bezüglich vorhandener Erweiterungen).

Wie Sie ein Modell freischalten

Öffnen Sie das Modell, das sie freischalten möchten, in CIROS® Studio. Wählen Sie anschließend den Befehl **Datei->Modell Freischalten**. Der folgende Dialog öffnet sich:



© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Der Kopierschutzstecker hat zehn Speicherplätze (Modell 1-10). Wählen Sie den gewünschten Speicherplatz aus, und klicken Sie auf OK, um die Prüfsumme dort zu speichern. Bitte beachten Sie, dass dabei eine dort eventuell vorhandene Prüfsumme durch die neue Prüfsumme überschrieben wird.
Das Modell kann jetzt mit allen auf demselben Kopierschutzstecker vorhandenen und zum Modell kompatiblen Ausbildungsversionen geöffnet werden. Beim Öffnen des Modells mit einer der genannten Ausbildungsversionen wird automatisch die passenden Prüfsumme auf dem Kopierschutzstecker gesucht und anschließend das Modell geöffnet. Dies geschieht, sofern die Prüfsumme für das Modell auf dem Kopierschutzstecker gefunden wurde, ohne weitere Benutzerinteraktion.

Tipps

Eine Veränderung des Modells ändert auch die Prüfsumme. Es ist sinnvoll, das Modell direkt vor der Freischaltung zu speichern oder ein bereits gespeichertes Modell direkt nach dem Laden freizuschalten.

Auf dem Kopierschutzstecker können nur die Prüfsummen von Modellen hinterlegt werden, aber keine Dateinamen oder Pfade. Es ist daher ratsam, eine Liste der zu den Speicherplätzen gehörigen Modelle zu führen.

4 Programmierung

Die Programmierung der Mitsubishi Roboter ,KUKA Roboter, ABB Roboter, Adept bzw. Stäubli Roboter erfolgt in CIROS® Studio in den entsprechenden nativen Roboterprogrammiersprachen

- Movemaster Command oder Melfa Basic IV
- KRL
- RAPID
- Vplus.

Die Programmiersprachen KRL, RAPID und Vplus sind optional und müssen zusätzlich zum Basispaket bestellt werden.

Es wird auch die Möglichkeit gegeben, die Roboter in der universellen Roboterprogrammiersprache IRL (**I**ndustrial **R**obot **L**anguage) zu programmieren. In der Softwarehilfe finden Sie im Kapitel Programmierung eine ausführliche Anleitung zur Syntax dieser Programmiersprachen.

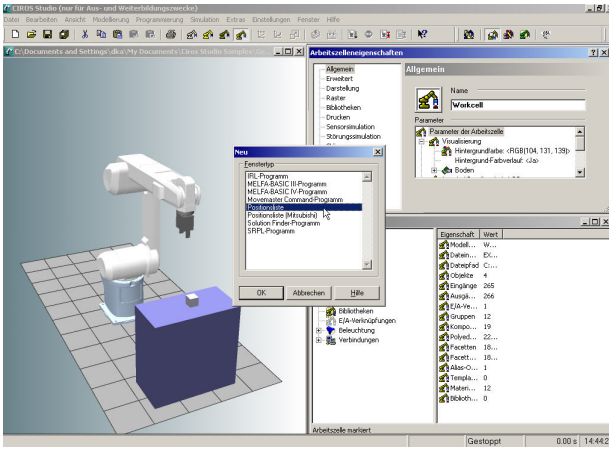
4.1 Beispiel: Programmierung einer Arbeitszelle

In diesem Beispiel wird ein Bewegungsprogramm in IRL für den Mitsubishi Roboter aus der Arbeitszelle entwickelt, die im vorherigen Kapitel modelliert wurde.

Öffnen Sie mit dem Befehl **Öffnen** aus dem Menü **Datei** die Beispiel-Arbeitszelle aus dem vorherigen Kapitel.
Legen Sie eine neue **Positionsliste** für den Roboter an, indem Sie den Befehl **Neu -> Datei** aus Menü **Datei** wählen und den Eintrag **MRL-Positionsliste** auswählen.

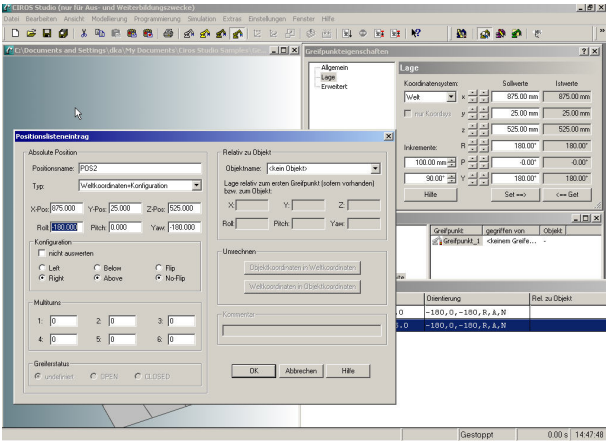
Das Dialogfeld **Neu -> Datei** erreichen Sie auch über die Schaltfläche in der Symbolleiste oder über die Tastenkombination STRG+N.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

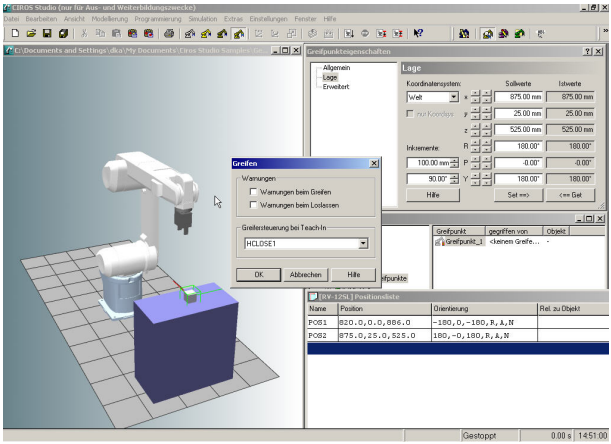


Übernehmen Sie die Grundstellung des Roboters als erste Position (P1) in die Positionsliste. Aktivieren Sie hierzu das Positionslistenfenster, und drücken Sie Strg+F2. Markieren Sie den untersten freien Eintrag in der Positionsliste, und drücken Sie nochmals Strg+F2. Diese Position (P2) soll im nächsten Schritt im Dialogfeld Positionslisteneintrag bearbeitet werden.

Um die Eigenschaften einer Position zu ändern, öffnen Sie das Dialogfeld Positionslisteneintrag, indem Sie bei markierter Position den Befehl Eigenschaften aus dem Kontextmenü wählen.



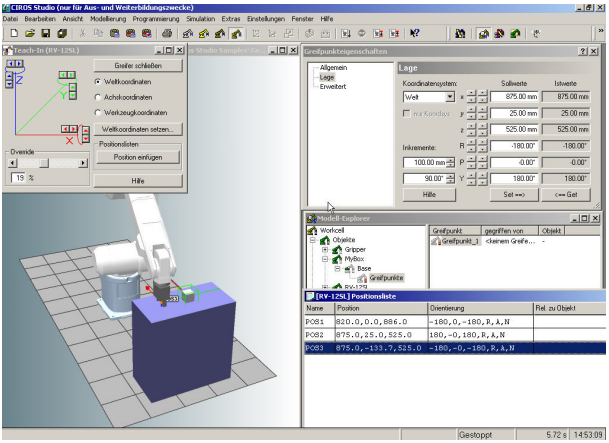
Wählen Sie im Modell-Explorer den Greifpunkt des Objektes **MyBox** aus und öffnen Sie die Karteikarte Lage im zugehörigen Eigenschaftenfenster. Wählen Sie hier als Koordinatensystem **Welt.**
Öffnen Sie das Dialogfeld Positionslisteneintrag für die zweite Position. Übertragen Sie die Positionsdaten des Objektes in die ausgewählte Position. Klicken Sie auf OK, um die Änderungen zu übernehmen und das Dialogfeld zu schließen.



© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Über den Befehl Einstellungen › Greifen erreichen Sie das Dialogfeld Greifen, mit dem Sie die Greifersteuerung für das Fenster **Teach-In** (Taste F8) konfigurieren. Wählen Sie aus der Liste den Ausgang HCLOSE1, und drücken Sie OK. Im Fenster **Teach-In** drücken Sie **Greifer Schließen/Öffnen**, um den Greifer zu schließen bzw. zu öffnen. Bestätigen Sie die Warnungen, dass sich beim Schließen kein Objekt in der Nähe des Greifers befindet bzw. beim Öffnen kein Objekt gegriffen ist. Diese Warnungen sind im Dialogfeld **Greifen** abschaltbar.

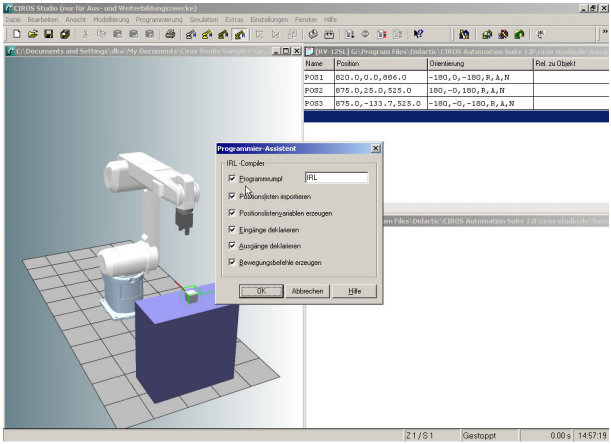
Verfahren Sie den Roboter an die Position POS2, indem Sie einen Doppelklick auf die Position ausführen. Wählen Sie Weltkoordinaten im Fenster **Teach-In**, und drücken Sie auf die Taste für Bewegung in negative Y-Richtung, um den Roboter parallel zum Tisch zu verfahren. Speichern Sie die neue Position (POS3) in der Positionsliste.



Speichern Sie die Positionsliste unter dem Namen Example.PSL Wählen Sie danach den Befehl Arbeitszelle Grundstellung aus Menü Simulation.

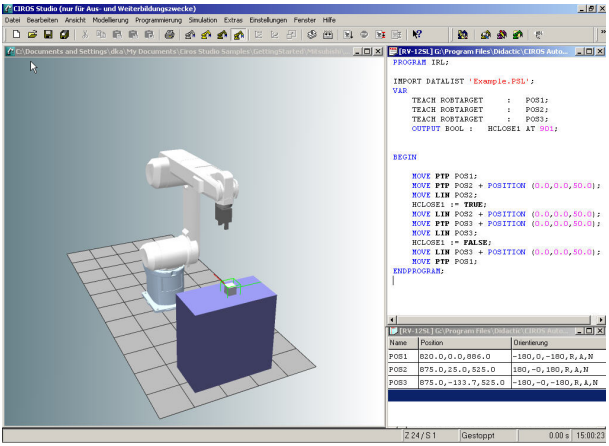
Legen Sie mit Befehl **Datei › Neu › Datei** ein neues IRL-Programm an.

Speichern Sie das Programm unter dem Namen **Example.IRL**.
Schließen Sie den Modell-Explorer und das Dialogfeld Elementeigenschaften.
Benutzen Sie den Programmierassistenten, um einen einfachen Programmrumpf zu erstellen.
Wählen Sie hierzu das Fenster mit dem Roboterprogramm aus und führen Sie dann den Befehl Programmierung › Programmier-Assistent aus.
Haken Sie alle Optionen an und klicken Sie auf OK.



Modifizieren Sie das Programm zu einer einfachen Pick and Place Aufgabe. Die Vorpunkte für die Aufnahme- und Ablagepositionen sollen 50mm oberhalb des Objektes relativ angefahren werden.
Entfernen Sie alle Input und Output Variablen bis auf die Variable HCLOSE1.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Beispielprogramm:

```
PROGRAM IRL;
IMPORT DATALIST 'Example.PSL';
VAR
   TEACH ROBTARGET : POS1;
   TEACH ROBTARGET : POS2;
   TEACH ROBTARGET : POS3;
   OUTPUT BOOL : Grasp AT 0;

BEGIN
   MOVE PTP POS1;
   MOVE PTP POS2 + POSITION (0.0,0.0,50.0);
   MOVE LIN POS2;
   GRASP := TRUE;
   MOVE LIN POS2 + POSITION (0.0,0.0,50.0);
   MOVE PTP POS3 + POSITION (0.0,0.0,50.0);
   MOVE LIN POS3;
```

```
    GRASP := FALSE;
    MOVE LIN POS3 + POSITION (0.0,0.0,50.0);
    MOVE PTP POS1;
ENDPROGRAM;
```

Zu Ihrer Unterstützung hat der Editor eine Farbmarkierung der Syntaxdarstellung, die Sie auch im Menü **Einstellungen** an Ihre Wünsche anpassen können.
Nach der Programmierung speichern Sie das Programm.
Mit dem Befehl **Compilieren+Linken** aus Menü **Programmierung** wird das Roboter-Programm überprüft und in die simulierte Steuerung geladen.
Im Meldungsfenster werden die Anzahl der Fehler und Warnungen angezeigt. Wenn keine Fehler oder Warnungen angezeigt wurden, schließen Sie das Meldungsfenster. Ihr Programm ist jetzt compiliert und kann gestartet werden.

Melfa Basic IV-Projekt

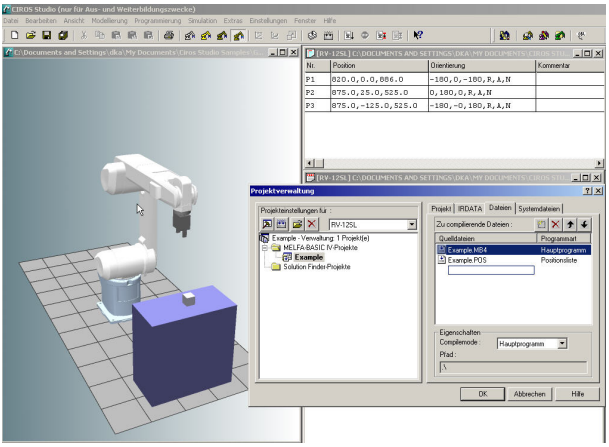
Es kann ganz analog ein entsprechendes Programm in Mefa Basic IV erstellt. Hierzu müssen Sie eine **MRL-Positionsliste** öffnen und ein **Melfa Basic IV Programm** anlegen. Die beiden neuen Dateien werden mit **Example.pos** und **Example.mb4** benannt.

Zur Simulation des Programms wird es zusammen mit der MRL-Positionsliste in ein MELFA Basic-Projekt eingebunden.

Legen Sie im Dialogfeld **Projektverwaltung** des Menüs **Programmierung** ein neues MELFA Basic IV-Projekt an, indem Sie den Eintrag **MELFA Basic-Projekte** markieren und im Kontextmenü den Befehl **Projekt hinzufügen** oder die nebenstehende Schaltfläche verwenden.

Fügen Sie in der Registrierkarte **Dateien** zunächst die MRL-Positionsliste und dann das Programmmodul hinzu (Schaltfläche). Deklarieren Sie das Programm „Mitsubishi.mb4“ als **Hauptprogramm**.

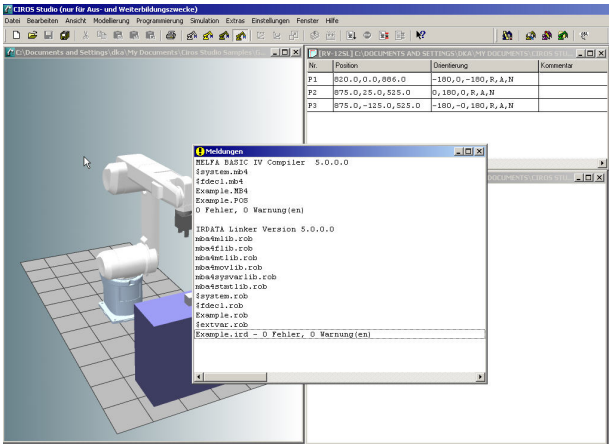
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Das Programm ist jetzt im aktuellen Projekt enthalten.

Schließen Sie das Dialogfeld **Projektverwaltung**, und aktivieren Sie das Programmfenster. Mit dem Befehl **Compilieren+Linken** aus Menü **Programmierung** (STRG+F9 oder Schaltfläche) wird das Roboterprogramm überprüft und in IRDATA – Code übersetzt.
IRDATA ist ein in DIN 66 313 definierter Zwischencode, der die Übertragung von Programmen unterschiedlicher Hochsprachen in die verschiedenen Robotersteuerungen ermöglicht.
CIROS® kann IRDATA-Code interpretieren, der von CIROS® erzeugt worden ist. Zur Simulation wird dann der IRDATA Code interpretiert.

Im Meldungsfenster werden die im Projekt verwendeten Programm- und Systemmodule sowie die Anzahl der Fehler und Warnungen angezeigt.



Sie haben nun ein lauffähiges Roboterprogramm für die Arbeitszelle erstellt.
Die Simulation dieses Programms ist Bestandteil des fünften Kapitels.

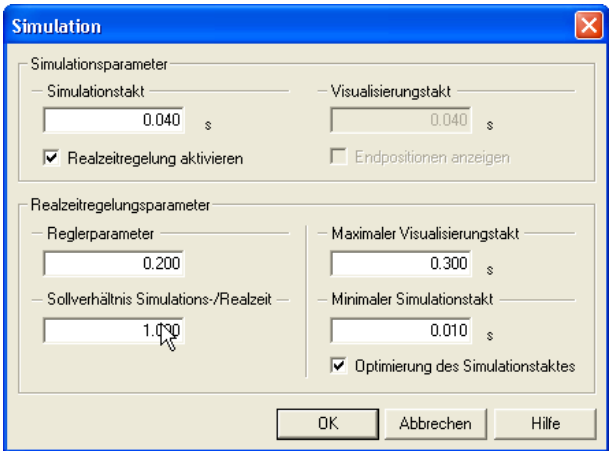
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

5 Simulation

Die Simulation der offline entwickelten Programme in CIROS® wird im Folgenden dargestellt.

5.1 Einstellungen

Im Menü **Simulation** können Sie mit dem Befehl **Simulationseinstellungen** die Simulation konfigurieren.



Simulationstakt

Der Simulationstakt gibt an, in welchen Zeitabständen die Simulationssteuerung die Zwischenzustände von Robotern interpoliert und legt die Zykluszeit für vorhandene Speicherprogrammierbare Steuerungen fest. Desweiteren werden im Simulationstakt alle Erweiterungsmodule (z.B. Sensorsimulation, Transportsteuerung, ...) berechnet.

Aus einem hohen Wert resultiert, dass die Simulation sehr schnell läuft, aber auch entsprechend wenige Zwischenzustände berechnet werden. Dies kann zur Folge haben, dass für den Ablauf wichtige Zwischenzustände nicht berechnet werden. Ein niedriger Wert hingegen berechnet mehr Zwischenzustände, benötigt dazu aber auch die

entsprechende Rechenzeit.

Beispiel

Angenommen, ein Roboter braucht zum Verfahren einer Strecke von 1m genau eine Sekunde. Dies würde sich wie folgt auswirken:

Simulationstakt:	0.040	0.100	0.200	0.500	1.000
Anzahl der Interpolationen:	25	10	5	2	1

Visualisierungstakt

Der Visualisierungstakt gibt an, in welchen Abständen die Visualisierung des Modells im Arbeitszellenfenster aktualisiert werden soll. Je niedriger der Wert ist, desto häufiger wird die Ansicht der Arbeitszelle aktualisiert. Das Bild wird dadurch fließender, der Ablauf kann allerdings durch die zusätzlich benötigte Rechenzeit langsamer werden.

Der Wert für den Visualisierungstakt muss immer größer oder gleich dem Wert für den Simulationstakt gewählt werden, da sich der Zustand des Modells (und damit auch die Darstellung) in Abhängigkeit vom Simulationstakt ändert.

Endpositionen anzeigen

Wenn Sie diese Option aktivieren, wird am Ende einer Roboterbewegung sichergestellt, dass die Endposition auch dann dargestellt wird, wenn sie zwischen zwei Takten liegt.

Realzeitregelung aktivieren

Schalten Sie diese Option ein, um eine Darstellung in Realzeit zu aktivieren. Der Visualisierungstakt wird dann in der laufenden Simulation entsprechend den Realzeitregelungsparametern an die Realzeit angepasst, so dass die Simulation in Realzeit abläuft.

Bei komplexen Modellen oder bei nicht genügend Rechenleistung kann der Fall eintreten, dass die Realzeitregelung nicht möglich ist, was zu einer dauerhaften Erhöhung des Visualisierungstaktes führen würde. Dieser Effekt wird durch den Maximalen Visualisierungstakt begrenzt.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

	Der Visualisierungstakt kann sich nur zwischen dem Simulationstakt und dem Maximalen Visualisierungstakt bewegen.
Reglerparameter	Dieser Parameter bestimmt, mit welcher Konstanten (Verstärkungsfaktor P) der Visualisierungstakt bei der Realzeitregelung geregelt wird. Sinnvolle Werte liegen zwischen 0.1 und 0.6. Ein kleiner Wert bewirkt, dass der Visualisierungstakt nur relativ langsam korrigiert wird, große Werte führen eventuell zu starken Schwankungen.
Maximaler Visualisierungstakt	Geben Sie hier eine Obergrenze für den Visualisierungstakt ein. Bei aktiver Realzeitregelung versucht das System automatisch, einen Visualisierungstakt einzustellen, der zu einem Ablauf der Simulation parallel zur realen Zeit führt. Diese Realzeitregelung ermöglicht eine realistische Abschätzung z.B.: der Bewegungsgeschwindigkeiten von Robotern.
Sollverhältnis Simulations-/Realzeit	Dieser Parameter bestimmt, mit welcher Konstanten das Verhältnis zwischen Simulationszeit und Realzeit geregelt wird. Bei Default-Wert 1.0 wird die Simulationszeit auf die Realzeit geregelt. Ein Wert größer 1.0 lässt die Simulationszeit schneller als die Realzeit laufen, Werte kleiner 1.0 verringern die Simulationszeit gegenüber der Realzeit. Wird ein Wert von 5 gewählt, so versucht die Realzeitregelung, die Simulationszeit um den Faktor 5 schneller laufen zu lassen als die Realzeit. 50 Sekunden Simulationszeit werden dann in ca. 10 Sekunden Realzeit vergehen.
Optimierung des Simulationstaktes	Wählen Sie diese Option, um ungenutzte Rechenleistung ihres Computers zur Verfeinerung des Simulationstaktes zu verwenden. Der Simulationstakt wird dann in Abhängigkeit von der verfügbaren Rechenleistung dynamisch herunter geregelt, was bei genügend Rechenleistung zu einer flüssigeren Simulation führen kann. Eine Untergrenze für die Optimierung kann im Feld Minimaler

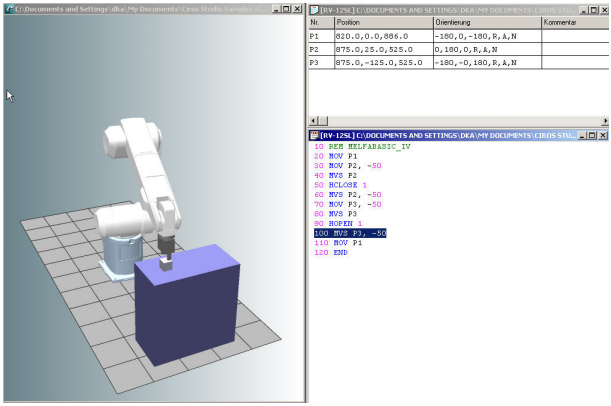
Simulationstakt festgelegt werden.

Minimaler Simulationstakt

Gibt die untere Grenze der Option Optimierung des Simulationstaktes an.

5.2 Beispiel: Simulation einer Arbeitszelle

Öffnen Sie die Beispielarbeitszelle aus den vorherigen Kapiteln.



Verwenden Sie den Befehl **Start** im Menü **Simulation**, um die Simulation zu starten.

Das Programm wird Schritt für Schritt simuliert. Die Simulationszeit wird in der **Statuszeile** angezeigt. Die Code-Ablaufverfolgung bewirkt, dass zu jeder Zeit der Simulation die momentan simulierte Programmzeile markiert wird.

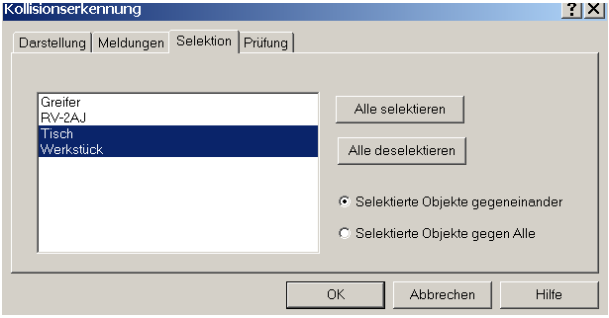
Vor einem weiteren Simulationszyklus führen Sie den Befehl **Roboterzelle Grundstellung** im Menü **Simulation** aus. Dieser Befehl setzt alle Objekte in Ihre Grundposition sowie den Roboter in die Grundstellung.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

5.3 Kollisionserkennung

Mit der Kollisionserkennung können Sie Ihre Applikation auf Kollisionen überprüfen. Sie haben dazu die Möglichkeit einzelne Objekte zur Überprüfung auszuwählen.

Verwenden Sie den Befehl **Einstellungen → Kollisionserkennung** und klicken auf das Register „Selektion“. Es erscheint nebenstehendes Dialogfenster, in dem die Objekte angezeigt werden, die auf Kollision geprüft werden können. In dem Beispiel wählen Sie die Objekte Tisch und Werkstück aus und entscheiden sich für die Option „Selektierte Objekte gegeneinander“.



Zur Kollisionsprüfung können Sie den Abstand der Objekte festlegen, unter dem eine Kollision erkannt wird. Hierzu wählen Sie das Register „Prüfung“. Hier wird Ihnen die weitere Option angeboten , bei Greifvorgängen die Kollisionsprüfung ein- oder auszuschalten.
Die Kollisionsanzeige kann durch Einfärben der kollidierten Objekte (Register Darstellung) oder durch eine Meldung (Register Meldungen) erfolgen.

Hinweis

Wählen Sie die Option, dass bei Kollision eine bestätigte oder unbestätigte Meldung angezeigt werden soll, dann müssen Sie für die entsprechende Arbeitszelle im Eigenschaftsfenster unter dem Register **Allgemein** die Option **Fehler bestätigen** mit JA beantwortet haben, siehe folgendes Bild:

Nach den Einstellungsvorbereitungen können Sie die Kollisionsprüfung durch den Befehl **Simulation → Kollisionserkennung** starten.

Beispiel

Verändern Sie in dem Programmbeispiel zur Zelle Beispiel.mod die Programmzeile 80 wie folgt:
80 MVS P3, +10
In diesem Fall wird eine Kollision zwischen Werkstück und Tisch erzeugt.

5.4 Sensorsimulation

Die Sensorsimulation erweitert die Fähigkeit von CIROS®, vollständige Roboterzellen zu simulieren. Viele in der Fertigungsautomatisierung eingesetzte Sensoren können realistisch parametriert und simuliert werden. Eine in der Realität nicht mögliche Visualisierung der Sensormessbereiche hilft in der Planungsphase zusätzlich, Fehler im Design zu vermeiden.

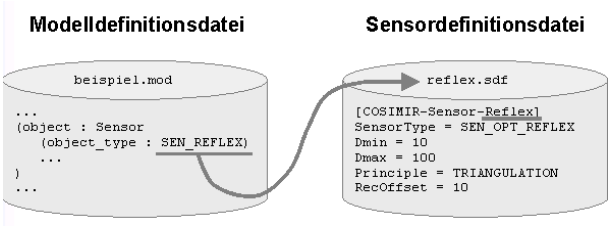
Ein- und Ausschalten

Die Sensorsimulation ist standardmäßig eingeschaltet, wenn das Erweiterungsmodul in CIROS® geladen ist. Es kann in einigen Fällen sinnvoll sein, die Sensorsimulation abzuschalten, um Rechenzeit einzusparen. Um die Sensorsimulation ein- bzw. auszuschalten, wählen Sie den Befehl **Simulation → Sensorsimulation**.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Einstellung der Sensorsimulation

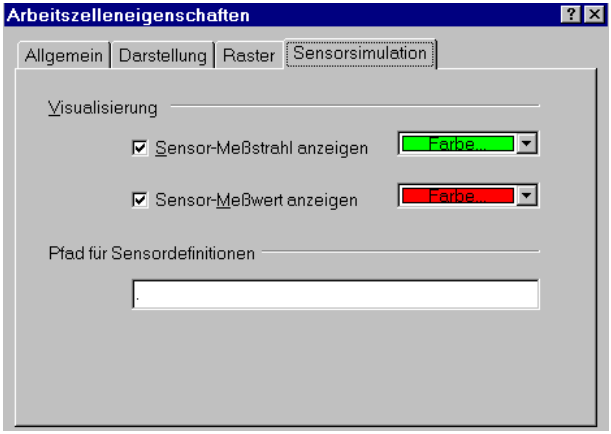
Bei den Einstellungen der Sensorsimulation können Sie wählen, wie die Sensormessbereiche und die Sensormesswerte in den Arbeitszellenfenstern dargestellt werden sollen. Weiterhin können Sie ein Verzeichnis festlegen, in dem nach den **Sensordefinitionsdateien** gesucht werden soll.
In einer Sensordefinitionsdatei (*.sdf) sind die Parameter enthalten, die einen Sensortyp charakterisiere. Alle Sensoren werden durch einen Objekttyp **object_type** in der Modelldefinitionsdatei) markiert, der mit **SEN_** eingeleitet wird. Der nachfolgende Text spezifiziert den Dateinamen der Sensordefinitionsdatei, in der die Beschreibung dieses Sensors enthalten ist (siehe Bild). Die einzelnen Parameter werden durch Schlüsselwörter gekennzeichnet, denen der aktuelle Wert in der Parameterdatei zugewiesen wird.



Die Dateinamenserweiterung (Extension) der Sensor-Parameterdatei ist immer **.sdf**. Die Datei hat das Format einer Windows-INI-Datei. Sie beginnt mit einer Abschnittsbezeichnung, die in eckigen Klammern angegeben wird. Diese Abschnittsbezeichnung beginnt innerhalb der Parameterdatei stets mit **CIROS-Sensor**, es folgt der Name der Sensordefinitionsdatei (ohne Extension), wobei Groß- und Kleinschreibung nicht unterschieden werden.

Um die Einstellungen der Sensorsimulation zu ändern, öffnen Sie bitte zuerst das Dialogfeld zur Einstellung der Sensorsimulation. Dazu öffnen Sie den Modell-Explorer. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die gesamte Arbeitszelle. Wählen Sie das Untermenü **Eigenschaften**.

Wählen Sie den Karteikartenreiter **Sensorsimulation**.
Das Dialogfeld ist nun geöffnet:



Folgende Einstellungen können vorgenommen werden:
Visualisierung

Sensormessstrahl anzeigen
Bei aktivierter Option wird der Sensormessbereich durch eine Linie bzw. einen Fächer von Linien in der Farbe, die Sie über die farbige Schaltfläche auswählen können, dargestellt. Der Messstrahl bzw. die Strahlen beginnen in der Regel im Ursprung des Messkoordinatensystems.

Sensormesswert anzeigen
Bei aktivierter Option wird der Sensormesswert durch eine Linie (bei den meisten Sensoren vom Ursprung des Messkoordinatensystems) bis zum detektierten Objekt in der Farbe, die Sie über die farbige Schaltfläche auswählen können, dargestellt. Wenn kein Objekt von dem Sensor detektiert wird, wird auch keine Linie für den Messwert angezeigt.

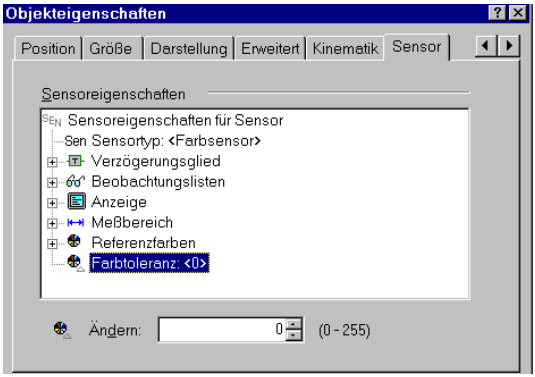
Sensordefinitionsdatei

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Sie können festlegen in welchem Verzeichnis CIROS® nach den Sensordefinitionsdateien sucht. Wird kein Pfad angegeben, so sucht CIROS® in dem Verzeichnis, aus dem die aktuelle Modelldefinitionsdatei geladen wurde.

Parametrieren eines Sensors

Laden Sie einen Sensor aus der Bibliothek. Die Parameter eines jeden in einer Arbeitszelle verwendeten Sensors lassen sich über die Dialogbox **Sensoreigenschaften** einstellen. Dazu öffnen Sie den Modell-Explorer. Selektieren Sie den Sensor, dessen Parameter Sie ändern möchten und klicken Sie mit der rechten Maustaste, um das Kontextmenü zu öffnen. Wählen Sie den Menüpunkt **Eigenschaften** und wählen den Karteikartenreiter **Sensor**. Für einen Farbsensor erhalten Sie beispielsweise folgende Darstellung:



Im oberen Bereich der Seite können einzelne Parameter angewählt werden, die dann im unteren Bereich editierbar sind.

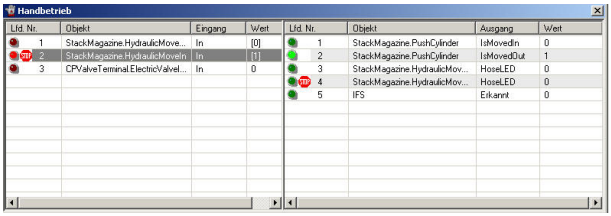
Einige Parameter können mehrfach vorkommen, wie z.B. die Referenzfarbe bei einem Farbsensor. Wenn Sie ein weiteres Element eines solchen Parameters hinzufügen möchten, klicken Sie die rechte Maustaste auf einem beliebigen bereits existierenden Eintrag dieses Parameters, um das Kontextmenü zu öffnen. Wählen Sie dann **Neu**. Ein

neuer Eintrag mit einer Standardvoreinstellung wird erzeugt.

Wenn Sie ein Element eines Parameters löschen möchten, öffnen Sie das Kontextmenü auf dem zu löschenden Eintrag und wählen Sie **löschen**. Beachten Sie, dass Sie nur das letzte Element in einer zusammenhängenden Kette von Elementen löschen können.

5.5 Handbetrieb

Mit dem Befehl **Ausführen → Handbetrieb** öffnen Sie die Dialogbox **Handbetrieb**. Es sind links die Eingänge und rechts die Ausgänge aller Objekte aufgeführt.
Die Werte der Eingänge in diesem Dialog kann der Anwender ändern.



Durch Doppelklick auf die roten LEDs können Sie Eingänge setzen. Ist der Eingang verbunden, wird die Verbindung temporär gelöst und der zugehörige Eingang auf den Wert 0 oder 1 erzwungen. Die Verbindung wird über den Menüpunkt **Arbeitszelle Grundstellung** beim Speichern oder Schließen der Zelle oder über den Menüpunkt **E/A-Verbindungen herstellen** wieder hergestellt und geht somit nicht verloren.
Wählen Sie einen verbundenen Ein- oder Ausgang aus, so werden der zugehörige Aus- oder Eingang hervorgehoben.
Durch Doppelklick in die Spalte **Werte** können Werte eingegeben werden, insbesondere für analoge Ein- oder Ausgänge.

Kontextmenü bei den Eingängen

Setzen/Rücksetzen
Über diesen Menupunkt wird der Eingang temporär auf 0 oder 1 erzwungen. In der Spalte In Abhängigkeit des Wertes leuchtet die LED. In der Spalte "Werte" erscheint ‹0› oder ‹1›.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Steuerungen trennen
Alle E/A Verbindungen, deren Eingänge mit einer Steuerung verbunden sind werden temporär gelöst und auf den aktuellen Eingangswert erzwungen.

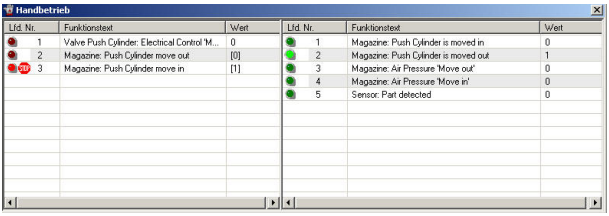
E/A-Verbindungen herstellen
Alle über den Dialog "Handbetrieb" gelösten Verbindungen werden wieder hergestellt. Alle Eingänge, deren Werte über den Handbetrieb erzwungen wurden, werden auf den Zustand vor Aufruf des Handbetriebs gebracht.

Wertänderungen anzeigen
Ist dieser Menüpunkt aktiviert, so werden die Eingänge grün hervorgehoben, deren Wert sich zuletzt geändert hat.

Stopp bei Wertänderung
Wird dieser Menüpunkt ausgewählt, so können Stopps bei Eingängen gesetzt oder gelöscht werden. Neben dem Eingang erscheint das Stopp-Symbol , wenn ein Stopp gesetzt wurde. Wenn ein Stopp gesetzt ist, so wird der Simulationslauf angehalten, wenn der zugehörige Eingangswert sich ändert.

Alle Stopps löschen
Alle Stopps der Eingänge werden gelöscht.

Funktionstext
Über das Kontextmenu können Sie die Darstellung der Funktionstexte aktivieren. Die Übersicht ändert sich dann wie folgt:


Handbetrieb
Lfd. Nr.
Funktionstext
Wert
1 Valve Push Cylinder: Electrical Control 'M... 0
2 Magazine: Push Cylinder move out [0]
3 Magazine: Push Cylinder move in [1]
Lfd. Nr.
Funktionstext
Wert
1 Magazine: Push Cylinder is moved in 0
2 Magazine: Push Cylinder is moved out 1
3 Magazine: Air Pressure 'Move out' 0
4 Magazine: Air Pressure 'Move in' 0
5 Sensor: Part detected 0

Kontextmenü bei den Ausgängen

Für die Ausgänge stehen entsprechende Funktionen zur Verfügung.

5.6 Schlauch- und Schleppkettensimulation

Mit dem COSCABLE Modul zur Simulation von Schläuchen und Schleppketten in CIROS® wird ein Werkzeug zur Verfügung gestellt, mit dem flexible Kabelführungen wie Schläuche und Schleppketten berechnet, angezeigt und auch im Simulationstakt bewegt werden können.

Durch die einfach gehaltene Modellierung ist es schnell möglich, die Gestalt von Arbeitszellen, Mechanismen und Robotern deutlich realistischer auszulegen. Zusätzlich können Schläuche und Schleppketten auch mit in die Kollisionserkennung einbezogen werden. Das Modul ist ebenfalls dazu geeignet, benötigte Kabellängen zu bestimmen, indem die Länge des modellierten Schlauches durch die 3D Darstellung interaktiv auf das passende Maß einstellbar ist.

Modellierung

Der Objekttyp "COSCABLE" unterstützt drei verschiedene Arten von Kabelführungen bzw. Schläuchen:

- Typ 1
  Simulation von Schläuchen mittels aneinander gereihter Segmente, deren Lagen von der Objektsteuerung berechnet werden.
- Typ 2
  Simulation von Schläuchen mittels direkter Modifikation eines einzigen Schlauch-Polyhedrons, indem die Polyederpunkte von der Objektsteuerung direkt gesetzt werden.

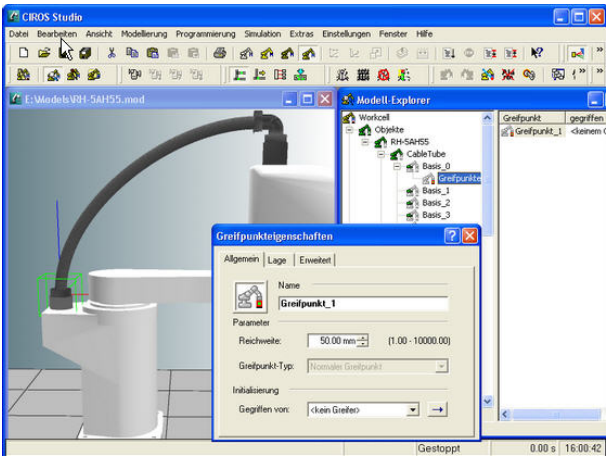
Typ 3
Simulation von Kabel-Schleppketten mittels aneinander gereihter Segmente, die auf Geraden und einem Halbkreis laufen.
Spezifiziert wird der Typus mittels des Objekteigenschaften Dialoges zum Objekttyp COSCABLE.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

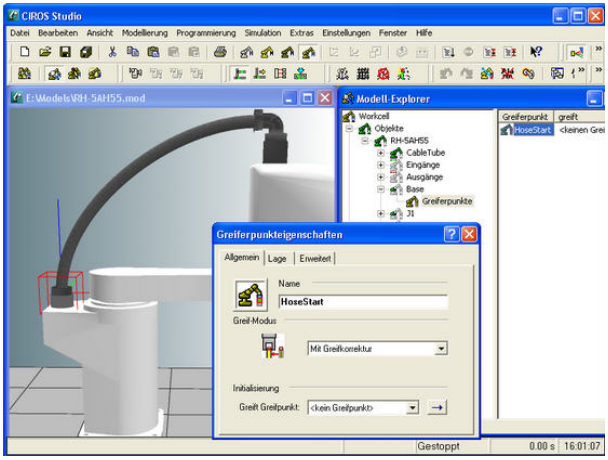
Modellierung von Start- und Endpunkt des Objekts

Das erste und letzte Segment enthalten dabei Greifpunkte, die den Start und das Ende des Objekts kennzeichnen. Diese Greifpunkte enthalten jeweils ein besonderes Property, mit dem der Name des jeweils korrespondierenden Greiferpunkts bestimmt wird, an dem dieser Greifpunkt und damit ein Ende des Schlauches oder der Schleppkette angeflanscht werden soll.

Beim ersten Element hat das Property den Namen "StartGripper", beim letzten Element heißt das Property "EndGripper". Als Werte werden die Namen der korrespondierenden Greiferpunkte vergeben. Die folgenden Screenshots zeigen diese Zusammenhänge für den Startpunkt eines Schlauches:



Eigenschaften und Wert des Greifpunktes des ersten Segmentes eines Schlauches.



Greifpunkt, der mit dem ersten Segment des Schlauches verbunden ist.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Typ 1

Innerhalb des Objekts sind die einzelnen Sektionen modelliert, die hintereinander geschaltet den Schlauch ergeben. Die Lage der einzelnen Sektionen wird von CIROS® berechnet.

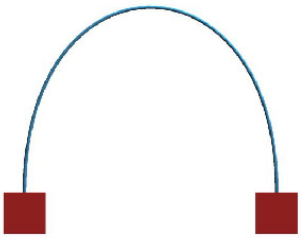
Das erste Element ist das in der Reihenfolge zu oberst aufgeführte und das letzte Element entsprechend das unterste Element in der Modell-Explorer Ansicht; Nummerierungen werden nicht berücksichtigt!

Die Z-Achsen der Greiferpunkte geben die Richtungen und damit die Tangenten des Schlauchs in den Greiferpunkten vor.

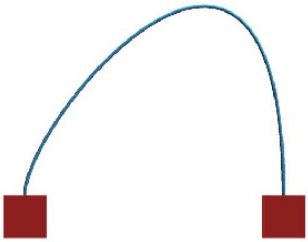
Die Lage eines Segmentes eines Schlauches oder einer Schleppkette ist so orientiert, dass die Z-Achse des Gruppenkoordinatensytems in Ketten- bzw. Schlauchrichtung zum Ende zeigt.

Die Länge des Objektes wird durch den Wert des Property "Length" in mm eingestellt.

Mit dem weiteren Property "RatioSE", kann die Balance eines Schlauches eingestellt werden. Sie gibt das Verhältnis der Biegeradien des Schlauches in der Nähe von Start und Endpunkt an. Die Standardeinstellung ist "1.0":



RatioSE = 1



RatioSE = 5.0

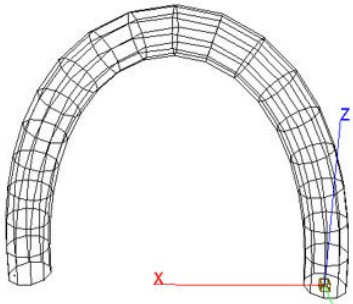
Mit dieser Möglichkeit kann die Form eines Schlauches etwas verbogen und damit, je nach Modell, realitätsnäher modelliert werden. Wird die Länge gegenüber der Summe der einzelnen vorhandenen Segmentlängen zu groß, so vereinzeln sich die Segmente, wie hier zu sehen:

Typ 2
Schlauch mittels eines einzigen Polyeders

Bei diesem Typus von Schlauch ist das Objekt nicht aus N-Sektionen zusammengesetzt, die überlappend aneinandergereiht werden, sondern es besteht aus einem einzigen Polyeder, also einem zylindrischen Körper, der in N+1-Ebenen unterteilt ist. In jeder Ebene liegen Polyederpunkte auf dem Radius um die Mittellinie. Diese Punkte werden von der Objektsteuerung so berechnet, dass ein zusammenhängender Schlauch entsteht, der aus einem einzigen Körper besteht.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Die Objektsteuerung kann diesen Typen nicht selbst generieren, daher müssen diese Polyederpunkte und passende Facettendefinitionen bereits modelliert sein. Die Steuerung berechnet lediglich die Lage der einzelnen Punkte auf der Hülle des Schlauches.



Polyeder eines einsegmentigen Schlauches

In der Drahtrahmendarstellung ist die Struktur des einsegmentigen Schlauches zu erkennen, bei dem eine geschlossene Fläche entsteht. Dieser Typ Schlauch erfordert weitere Parameter im Objekteigenschaftendialog:

Typ 3
Segmentweise zusammengesetzte Schleppkette

Soll eine Schleppkette modelliert werden, so muss zusätzlich zu den Eigenschaften von Typ 1 das Property CableDuct mit dem Wert TRUE vorhanden sein.

Die Eigenschaft "RatioSE" hat in diesem Modus keinen Einfluss. Die Bewegungsrichtung der Schleppkette wird von der Z-Achse des Startpunktes bestimmt. Die Höhe ergibt sich damit automatisch aus dem Abstand der Parallelen durch den Start- und Endpunkt in Bewegungsrichtung.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Schleppkette mit Start-Greiferpunkt

Objekteigenschaften

Eigenschaft	Wertebereich	Wirkungsweise	Relevant für Typ
Length	größer als 0.0	Gibt die Länge des Objektes in mm an, auf der die Segmente verteilt werden sollen. Dieser Wert sollte mit dem Produkt der effektiven Länge der Segmente und der Anzahl der Segmente übereinstimmen.	1,2,3
RatioSE	größer als 0.0	Verlagerung des Schlauches zum Start oder Endpunkt. 1.0 entspricht genau mittig.	1,2
CableDuct	TRUE oder FALSE	Flag das anzeigt, ob es sich um einen Kabel Schleppkanal handelt.	2
CablesOne Segment	TRUE oder FALSE	Flag, das anzeigt, ob der Schlauch als ein einziges Segment mit mehreren Ebenen modelliert ist, deren Polyederpunkte berechnet werden sollen.	2
CableRadius	größer als 0.0	Im Falle von CableIsOneSegment=TRUE gibt diese Eigenschaft den Radius des Schlauches an, also den Radius auf dem die Polyederpunkte liegen sollen.	2

NumberOfEdges	Dem Modell entsprechend	Gibt die Anzahl der Ecken des einsegmentigen Polyeders an, dessen Polyederpunkte den Schlauch bilden. Die Anzahl der Ebenen wird von der Objektksteuerung automatisch aus der Anzahl der modellierten Polyederpunkte und der Anzahl der Ecken bestimmt.	2
NumberOfTurns	Ganze Zahl	Verwindungen des Schlauches. Die Schläuche können sich in CIROS® verwinden, und hiermit kann die Verwindung des Schlauches in ganzen Umdrehungen beim Laden des Modells vorgegeben werden. Kleinere Verwindungen sind durch Rotation der Greiferpunkte um deren Z-Achse möglich.	1,2

Hinweise:

Statische Schläuche

Sollen im Arbeitszellenmodell Schläuche visualisiert werden, die sich während des weiteren Betriebs nicht in ihrer Form verändern, dann können diese mit Hilfe der Objektsteuerung COSCABLE modelliert und "verlegt" und danach mit Objekttyp "inaktives 'Objekt" passiv geschaltet werden. Auf diese Weise wird eine ständige kontinuierliche Überprüfung und ggf. Neuberechnung im weiteren Simulationsverlauf verhindert und der Rechner wird nicht mehr als nötig belastet. Mit dieser Methode sieht ein Modell durch Hinzufügen von Kabeln und Druckluftschläuchen schnell wesentlich realitätsnäher aus als ohne Schläuche.

Typ 1 oder Typ 2?

Typ 1 ist deutlich einfacher zu modellieren, da ein Segment auf einfache Weise per "Copy and Paste" repliziert werden kann. Typ 2 kommt hingegen mit einer minimalen Anzahl an Facetten und Punkten aus, wodurch der Rechner nur minimal durch die Grafik belastet wird.

Mit Textur

Texturen auf Schläuchen lassen diese sehr realistisch aussehen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Längenabschätzungen

Die Objektsteuerung ist hervorragend dazu geeignet Schlauch- und Kabellängen abzuschätzen, weil der Parameter "Length" auf einfache Weise einstellbar ist und augenblicklich das Ergebnis in der 3D Ansicht von CIROS zu begutachten ist. So lassen sich Kabellängen trotz krummer und windschiefer Bahnen einfach ermitteln. Besonders hilfreich ist dies bei der Verkabelung von Mechanismen, denn gefährlich enge Biegeradien werden so im Vorfeld schon erkannt.
CAD-Daten für Schleppketten
Viele Hersteller von Schleppketten stellen auf ihren Internetseiten ihre Kettensysteme in verschiedenen 3D-Formaten zu Download bereit, die in CIROS importiert werden können.

Realitätsnähe

Mathematisch liegt der von der Objektsteuerung verlegte Schlauch auf einer längenangepassten Bezierkurve und kann daher einem realen Verlauf sehr ähnlich sehen, ist allerdings nicht mit der Realität zu vergleichen, denn dynamische Effekte wie Trägheiten, Materialeigenschaften, Gewichtskräfte, minimale/maximale Biegeradien, Innenleben usw. werden nicht berücksichtigt.

Beispiele

Demo-Modell für einen Schlauch an einem Roboter:
Dieses Beispiel finden Sie im CIROS Verzeichnis unter ‹samples\CableSimulation\RobotWithHose\RH-5AH55.mod›

Demo-Modell für eine Schleppkette an einem Lagersystem:
Dieses Beispiel finden Sie im CIROS Verzeichnis unter ‹samples\CableSimulation\StorageWithCableTrack\X-Y-Storage.mod›

5.7 Störungssimulation

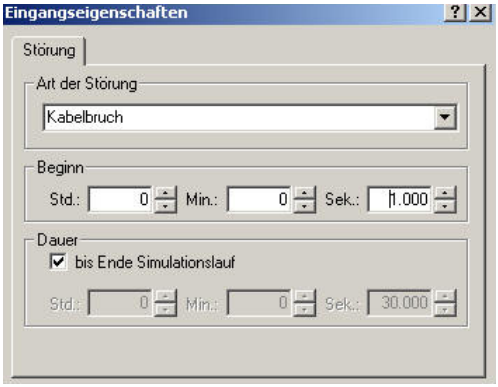
Die Störungssimulation erweitert CIROS®um die Möglichkeit Störungen, die während der Fertigung auftreten zu simulieren.
Die Störungssimulation ist standardmäßig ausgeschaltet. Um die Störungssimulation ein- bzw. auszuschalten, wählen Sie den Befehl **Extras → Störungssimulation**.

Modellierung von Störungen

Die Störungssimulation unterscheidet folgende Störungen:

- **Störungen an Objekten**
  Wählen Sie dazu die Eigenschaften des Objekts, an dem Sie eine Störung modellieren wollen. Hier lassen sich die Art der Störung, der Beginn und die Dauer vorgeben.

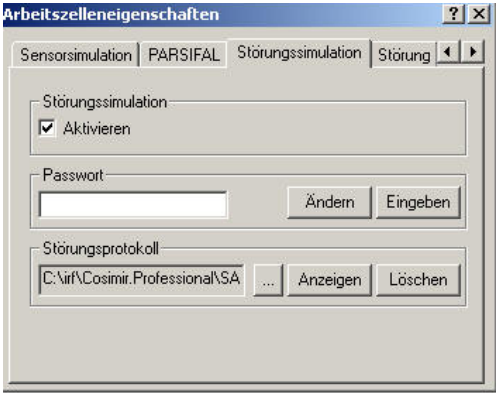
- **Störung an E/A-Verbindungen**
  Wählen Sie dazu den Eingang, an dem Sie eine Störung modellieren wollen. Hier lassen sich die Art der Störung, der Beginn und die Dauer vorgeben.



© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Einstellungen

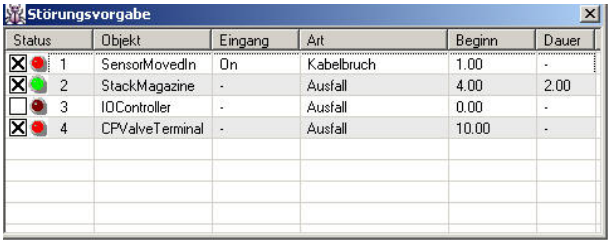
In den Arbeitszelleneigenschaften können folgende Einstellungen vorgenommen werden:



- **Störungssimulation**
  Mit **Aktivieren** kann die Störungssimulation ein- bzw. ausgeschaltet werden.
- **Passwort**
  Hier kann das Passwort für den Lehrermodus eingeschaltet werden.
  Mit **Ändern** kann ein neues Passwort festgelegt werden.
  Wählen Sie Eingeben, um vom Lehrermodus in den Schülermodus zu wechseln.
- **Störungsprotokoll**
  Sie können einen Dateinamen für das Störungsprotokoll festlegen.
  Im Störungsprotokoll werden alle Aktionen in der Störungskompensation aufgezeichnet.
- **Anzeigen/Löschen**
  Sie können das Störungsprotokoll anzeigen bzw. löschen.

Störungsvorgabe

Mit diesem Menübefehl wird folgende Dialogbox geöffnet:



Mittels der Checkbox können Sie festlegen, welche Störungen berücksichtigt werden sollen. Die LED zeigt den Störungszustand des Objektes an:

LED leuchtet nicht	Die Störung ist nicht eingetreten oder wird nicht berücksichtigt.
Rote LED	Die Störung ist eingetreten.
Grüne LED	Eine eingetretene Störung ist vorbei.
Gelbe Zeile	Diese Störung ist kompensiert worden.

Durch Doppelklick auf die Spalte **Art** öffnen Sie eine Liste verschiedener Störungsarten. Sie können aus der Liste dem Objekt eine neue Störungsart zuweisen.
Durch Doppelklick auf **Beginn** können Sie den Beginn der Störung nach Einschalten der Störungssimulation verändern.

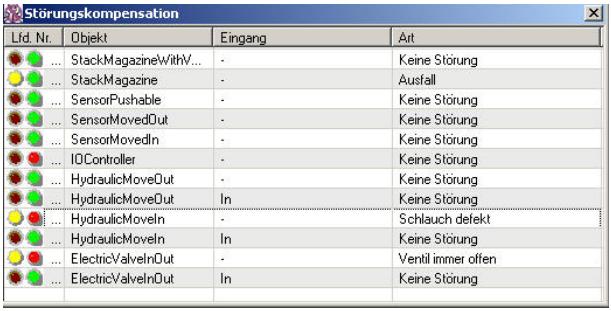
Durch Doppelklick auf **Dauer** können Sie die Dauer einer Störung nach Einschalten der Störungssimulation verändern.

Über das Kontextmenü können Sie eine Störung löschen oder die Störungen in eine Datei exportieren.

Störungskompensation

Mit diesem Befehl können Sie die Störungskompensation ein- oder ausschalten.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Im Lehrermodus (Passwort) werden beide LED Spalten angezeigt. Im Schülermodus wird nur die erste LED Spalte angezeigt.

Gelbe LED	Es ist eine Kompensation für eine Störung eingestellt.
Grüne LED	Die Kompensation stimmt mit der Störung in der Störungsvorgabe überein.
Rote LED	Die Kompensation stimmt nicht mit der Störung in der Störungsvorgabe überein.

Zur Kompensation einer Störung klicken Sie auf die Art der Störung. Es wird eine Liste mit Störungsarten geöffnet. Sie weisen aus der Liste dem Objekt eine Störungsart zu.

Über das Kontextmenü können Sie sich

- alle Störungsvorgaben in das Kompensationsfenster eintragen lassen,
- einzelne oder alle Einträge zur Störungskompensation zurücksetzen.

Störungsprotokoll

Störungsprotokoll
Lfd. Nr. Datum Uhrzeit Objekt Eingang Kompensation
1 22.01.2004 14:31:52 LEDIFS - Ausfall
2 22.01.2004 14:32:12 IOController - Ausfall
3 22.01.2004 14:32:16 IOController - Keine Störung
4 22.01.2004 14:32:23 StackMagazine - Ausfall

Mit diesem Menübefehl können Sie das Störungsprotokoll öffnen. In dem Störungsprotokoll sind alle Aktionen zur Störungskompensation aufgezeichnet. Die LEDs bewerten die jeweilige Aktion:

Rote LED	Die Störung wurde nicht korrekt kompensiert.
Grüne LED	Die Störung wurde korrekt kompensiert.

Mittels des Kontextmenüs können Sie ein Protokoll löschen oder in ein anderes Datenformat exportieren.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

6 Mechanismen

Die Basisfunktionalität von CIROS® umfasst die Simulation der im Folgenden aufgeführten Mechanismen. Einem Objekt wird ein Mechanismus über den Objekttyp zugewiesen. Je nach Art des Mechanismus ist die Objektstruktur (Anzahl der Ein-/Ausgänge, Anzahl und Konfiguration der Gruppen) vorgegeben. Der Mechanismus wird nur dann einwandfrei simuliert, wenn die vorgegebene Objektstruktur eingehalten wird.

Zur komfortablen Modellierung von Mechanismen fügen Sie der Arbeitszelle einen bestehenden Mechanismus aus der Modellbibliothek „Verschiedene Mechanismen“ oder „Verschiedene Greifer“ hinzu und verändern das entsprechende Objekt in Gestalt, Dynamik und Ein-/Ausgangsbenennung. In vielen Fällen wollen Sie einem Geometrieobjekt einen Mechanismus hinzufügen. Hierzu liefert Ihnen die Modellbibliothek der Version 4.2 auch „Unsichtbare Mechanismen“.

Beachten Sie, dass die Ansteuerung aller hier aufgeführten Mechanismen flankengesteuert erfolgen muss und die Ausgangswerte zum Teil nur dann aktualisiert werden, wenn diese verbunden sind.

6.1 Greifer

Der Greifer-Mechanismus bewirkt die Abbildung von Greifvorgängen. Wird der System-Eingang 0 des Greiferobjektes auf 1 gesetzt, so wird ein Objekt von dem Greifer gegriffen, das einen Greifpunkt im Greifbereich des Greiferpunktes besitzt. Alle Gruppen des Greifer-Objektes, die einen Freiheitsgrad besitzen, werden an ihre Achsgrenzen bewegt. Somit wird das Schließen des Greifer simuliert.

Mechanismus: Greifer **Objekttyp:** Greifer

System Ein-/Ausgänge	**Eingänge**	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	1	Schließt den Greifer
				0	Öffnet den Greifer
	Ausgänge	**Index**	**Type**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Greifer ist nicht geschlossen
				1	Greifer ist geschlossen

Beispiel

Objekt	**Modellbibliothek**
Parallel-Greifer	Verschiedene Greifer
Dreibackengreifer	Verschiedene Greifer

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

6.2 Fließband

Befindet sich über einem Fließband-Objekt ein weiteres Objekt, das einen freien Greifpunkt im Greifbereich der aktiven Fläche(n) des Fließband-Objektes besitzt, so wird es mit der konfigurierten Transportgeschwindigkeit entlang des Fließbandes bewegt, sofern der System-Eingang 0 des Fließbandes gleich 1 ist. Wurde ein Objekt bis an das Ende einer aktiven Fläche des Fließbandes bewegt, so wird der System-Ausgang 0 auf 1 gesetzt.

Mechanismus: Fließband **Objekttyp:** Fließband

System-Ein-/Ausgänge	**Eingänge**	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	1	Schaltet das Fließband ein
				0	Schaltet das Fließband aus
		001	digital	1	Fließband fährt rückwärts
				0	Fließband fährt vorwärts
	Ausgänge	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Es ist kein Teil am Fließbandende
				1	Es ist ein Teil am Fließbandende

Beispiel

Objekt	**Modellbibliothek**
Fließband	Verschiedene Mechanismen

6.3 Schubzylinder

Wird der System-Eingang 0 des Schubzylinders auf 1 gesetzt, so fährt der Schubzylinder bis in die Ausfahrlänge aus. Befindet sich ein weiteres Objekt mit einem freien Greifpunkt im Greifbereich des Schubzylinder-Greiferpunktes, so wird es beim Ausfahren mitbewegt. Der Schubzylinder fährt ein, wenn der System-Eingang 0 auf 0 gesetzt wird.

Mechanismus: Schubzylinder **Objekttyp:** Schubzylinder

System-Ein-/Ausgänge	**Eingänge**	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	1	Fährt den Schubzylinder aus
				0	Fährt den Schubzylinder ein
	Ausgänge	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Schubzylinder ist nicht ausgefahren
				1	Schubzylinder ist ausgefahren

Beispiel

Objekt	**Modellbibliothek**
Schubzylinder	Verschiedene Mechanismen

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

6.4 Drehzylinder

Der Drehzylinder basiert auf dem Schubzylinder-Mechanismus. Die translatorische Bewegung wird durch eine rotatorische Bewegung ersetzt.

Mechanismus: Drehzylinder			**Objekttyp:** Drehzylinder		
System-Ein-/Ausgänge	**Eingänge**	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	1	Drehzylinder fährt in die Endposition
				0	Drehzylinder fährt in die Anfangsposition
	Ausgänge	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Drehzylinder ist nicht in Endposition
				1	Drehzylinder ist in Endposition

Beispiel	
Objekt	**Modellbibliothek**
Drehzylinder	Verschiedene Mechanismen

6.5 Drehtisch

Mit dem Drehtisch-Mechanismus werden die rotatorischen Achsen eines Objektes um den konfigurierten Winkel gedreht, wenn der System-Eingang 1 des Drehtisch-Objektes auf 1 gesetzt wird. Besitzt der Drehtisch eine aktive Fläche in dieser Achse, werden alle Objekte mitbewegt, die einen freien Greifpunkt im Greifbereich der aktiven Fläche besitzen.

Mechanismus: Drehtisch			**Objekttyp:** Drehtisch		
System-Ein-/Ausgänge	**Eingänge**	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	1	Dreht den Drehtische um ein Inkrement
				0	Keine Bewegung des Drehtisches
	Ausgänge	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Drehtisch ist in Bewegung
				1	Drehtisch ist nicht in Bewegung

Beispiel	
Objekt	**Modellbibliothek**
Drehtisch	Verschiedene Mechanismen

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

6.6 Zwei-Wege-Schubzylinder

Die Wirkungsweise des Zwei-Wege-Schubzylinders ist ähnlich der des Schubzylinders. Die Ansteuerung erfolgt jedoch über zwei System-Eingänge, die für eine Bewegung des Zylinders invertiert geschaltet werden müssen. Dementsprechend sind zwei System-Ausgänge vorhanden, die den Zustand des Zwei-Wege-Schubzylinders wiedergeben.

Mechanismus: Zwei-Wege-Schubzylinder **Objekttyp:** Zwei-Wege-Schubzylinder

System-Ein-/Ausgänge	**Eingänge**	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	1	Ausfahren des Schubzylinders
				0	Kein Ausfahren des Schubzylinders
		001	digital	1	Einfahren des Schubzylinders
				0	Kein Einfahren des Schubzylinders
	Ausgänge	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Zylinder ist nicht ausgefahren
				1	Zylinder ist ausgefahren
		001	digital	0	Zylinder ist nicht eingefahren
				1	Zylinder ist eingefahren

Beispiel

Objekt	**Modellbibliothek**
Zwei-Wege-Schubzylinder	Verschiedene Mechanismen

6.7 Umsetzer

Dieser Umsetzer besitzt einen Sauger, der wie ein Greifer wirkt und der über die System-Eingänge 2 und 3 gesteuert werden kann. Die Position wird über die System-Eingänge 0 und 1 vorgegeben.

Mechanismus: Umsetzer **Objekttyp:** Umsetzer

System-Ein-/Ausgänge	Eingänge	Index	Typ	Wert	Beschreibung
		000	digital	1	Fahre Umsetzer zu Position A
				0	Fahre Umsetzer nicht zu Position A
		001	digital	1	Fahre Umsetzer zu Position B
				0	Fahre Umsetzer nicht zu Position B
		002	digital	1	Greifen
				0	Nicht Greifen
		003	digital	1	Loslassen
				0	Nicht loslassen
	Ausgänge	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Umsetzer ist nicht an Position A
				1	Umsetzer ist an Position A
		001	digital	0	Umsetzer ist nicht an Position B
				1	Umsetzer ist an Position B

Beispiel

Objekt	Modellbibliothek
Umsetzer	Verschiedene Mechanismen

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

6.8 Teilezuführung

Verwenden Sie den Mechanismus Teilezuführung zur Modellierung von Magazinen. Das Objekt einer Teilezuführung besitzt eine Reihe von Greiferpunkten, deren Reihenfolge entscheidend für die Funktionsweise des Mechanismus ist. Eine Teilezuführung wird gefüllt, indem Objekte mit freien Greifpunkten, die zugeführt werden sollen, in den Greifbereich der Greiferpunkte der Teilezuführung positioniert werden. Der erste Greiferpunkt muss hierbei frei bleiben. Wird der System-Eingang 0 der Teilezuführung auf 1 gesetzt, so wird das Objekt von dem zweiten Greiferpunkt an die Position des ersten Greiferpunkts bewegt, das Objekt von dem dritten Greiferpunkt an die Position des zweiten Greiferpunkts bewegt usw. Ist ein Teil an der Position des ersten Greiferpunktes so wird der System-Ausgang 0 der Teilezuführung auf 1 gesetzt.

Mechanismus: Teilezuführung **Objekttyp:** Teilezuführung, optional „mit Schwerkraft“

System-Ein-/Ausgänge	**Eingänge**	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	1	Fordert das nächste Teil an
				0	–
	Ausgänge	**Index**	**Typ**	**Wert**	**Beschreibung**
		000	digital	0	Kein Teil verfügbar
				1	Teil ist verfügbar

Beispiel

Objekt	**Modellbibliothek**
Teile-Magazin 1	Verschiedene Mechanismen
Teile-Magazin 2	Verschiedene Mechanismen

6.9 Näherungssensor

Dieser einfache Näherungssensor prüft, ob in der Nähe eines der Greiferpunkte des Sensors ein Greifpunkt liegt, der gegriffen werden könnte. Der Sensor setzt seinen System-Ausgang 0 auf 1, wenn (mindestens) ein Greifpunkt in Greifreichweite liegt, sonst ist der System-Ausgang 0 gleich 0.

Mechanismus: Näherungssensor **Objekttyp:** Näherungssensor

System-Ein-/Ausgänge	Ausgänge	Index	Typ	Wert	Beschreibung
		000	digital	0	Kein Greifpunkt detektiert
				1	Greifpunkt detektiert

Beispiel	
Objekt	**Modellbibliothek**
Näherungssensor	Verschiedene Mechanismen

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

6.10 Replikator

Der Mechanismus Replikator dient der gezielten Erzeugung von neuen Objekten auf Basis von Templates. In den erweiterten Eigenschaften des Replikator-Objekts werden den vorhandenen System-Eingängen die entsprechenden Templates zur Erzeugung der Objekte zugeordnet (Beispiel: template0 = „Würfel“). Wird ein System-Eingang auf 1 gesetzt, wird ein neues Objekt basierend auf dem zugeordneten Template an der Position des Greiferpunkts des Replikator-Objektes erzeugt.

Mechanismus: Replikator **Objekttyp:** Replikator

System-Ein-/Ausgänge	Eingänge	Index	Typ	Wert	Beschreibung
		000	digital	1	Erzeugt erstes konfiguriertes Objekt
				0	–
		001	digital	1	Erzeugt zweites konfiguriertes Objekt
				0	–
		...	...	...	...
		00n	digital	1	Erzeugt n-tes konfiguriertes Objekt
				0	–

Beispiel	
Objekt	Modellbibliothek
Replikator	Verschiedene Mechanismen

6.11 Papierkorb

Der Papierkorb ist das Gegenstück zum Replikator-Mechanismus. Mit dem Papierkorb können gezielt Objekte während der Simulation entfernt werden. Jeder System-Eingang kontrolliert einen entsprechenden Greiferpunkt des Papierkorb-Objektes. Kann ein Greifpunkt eines weiteren Objektes von einem Greiferpunkt gegriffen werden, dessen zugeordneter System-Eingang auf 1 gesetzt wird, so wird das Objekt entfernt.
Beachten Sie, dass Objekte, die durch mit dem Papierkorb-Mechanismus entfernt werden, auch nach Ausführung des Befehls Roboterzelle Grundstellung nicht wieder hergestellt werden.

Mechanismus: Papierkorb **Objekttyp:** Papierkorb

System-Ein-/Ausgänge	Eingänge	Index	Typ	Wert	Beschreibung
		000	digital	1	Entfernt Objekt an Greiferpunkt 1
				0	–
		001	digital	1	Entfernt Objekt an Greiferpunkt 2
				0	–
		...	...	...	...
		00n	digital	1	Entfernt Objekt an Greiferpunkt n
				0	–

Beispiel

Objekt	Modellbibliothek
Papierkorb	Verschiedene Mechanismen

6.12 Aktionsobjekte

Aktionsobjekte in CIROS® dienen dazu, aufgrund festgelegter Ausgangswerte simulierter Objekte Aktionen auszuführen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Das Aktionsobjekt muss ausschließlich Eingänge besitzen und dem Objekttyp "Aktionsobjekt" zugeordnet sein.

Die Eingänge des Aktionsobjekts sind mit den Ausgängen simulierter Objekte (z. B. Roboter) zu verbinden.

Jeder Eingang des Aktionsobjektes ist konfigurierbar. Für verschiedene Eingangswerte können verschiedene Aktionen definiert werden.

Den Ausgangswerten des simulierten Objektes sind nun bestimmten Aktionen zugeordnet.

Eingangseigenschaften

Die Eigenschaften für die Eingänge eines Aktionsobjektes werden auf der entsprechenden Registrierkarte der Eingangseigenschaften konfiguriert. In der Liste der Registrierkarte sind alle auszuführenden Aktionen aufgelistet, die diesem Eingang zugeordnet sind.
In der ersten Spalte der Liste ist der Typ der Aktion angegeben. Die Spalte Wert enthält die Eingangswerte für die Aktionen, bei denen diese ausgeführt werden. Der Parameter einer Aktion ist typabhängig.
Drücken Sie die Schaltfläche **Neu**, um eine neue Aktion für diesen Eingang zu konfigurieren. Drücken Sie die Schaltflächen **Bearbeiten** bzw. **Löschen** bei ausgewählter Aktion in der Liste, um die ausgewählte Aktion zu ändern bzw. zu löschen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Aktionen

Folgende Aktionen sind für die Eingänge eines Aktionsobjekts konfigurierbar:

Aktion	Beschreibung	Parameter
Unbestätigte Meldung	Eine unbestätigte Meldung wird in dem Meldungsfenster von CIROS® ausgegeben.	Text der Meldung
Bestätigte Meldung	Eine Meldung wird aus-gegeben, die quittiert werden muss.	Text der Meldung
Bild anzeigen	Ein Bild wird angezeigt.	Dateiname des Bildes (.bmp-Format)
Sound abspielen	Eine Audiodatei wird abgespielt. Über den Schalter zyklisch kann festgelegt werden, ob die Audiodatei solange wiederholend abgespielt werden soll, wie der Eingang des Aktionsobjektes den konfigurierten Wert besitzt.	Name der Audiodatei (wav-Format)
Video abspielen	Eine Videodatei wird abgespielt.	Name der Videodatei (.avi-Format)
WWW-Seite anzeigen	Eine WWW-Seite wird in dem Standard-Browser angezeigt.	URL der HTML-Seite.
CIROS® Arbeitszelle öffnen	Eine Arbeitszelle wird geöffnet.	Dateiname der Arbeitszelle.
Simulation erneut starten.	Der Befehl **Bearbeiten → Arbeitszelle** Grundstellung wird ausgeführt, und die Simulation automatisch neu gestartet.	
Objektverfolgung	Die Objektverfolgung wird für das konfigurierte Objekt gestartet.	Name des Objektes, das verfolgt werden soll.

Aktion	Beschreibung	Parameter
Objekt unsichtbar machen.	Ein Objekt wird unsichtbar gemacht.	Name des Objektes, das unsichtbar gemacht werden soll.
Objekt sichtbar machen.	Ein Objekt wird sichtbar gemacht.	Name des Objektes, das sichtbar gemacht werden soll.
Lichtquelle einschalten	Eine Lichtquelle wird eingeschaltet.	Index der Lichtquelle, die eingeschaltet werden soll.
Lichtquelle ausschalten	Eine Lichtquelle wird ausgeschaltet.	Index der Lichtquelle, die ausgeschaltet werden soll.
CIROS® Hilfe öffnen	Eine HTML Seite der CIROS® Hilfe wird geöffnet.	HTML Seite, die in CIROS® Hilfe geöffnet werden soll.
Popup-Fenster öffnen.	Ein Popup-Fenster mit dem konfigurierten Text wird geöffnet.	Text des Popup-Fensters.
Materialtransparenz setzen	Setzt die Transparenz eines Materials auf den Wert des analogen Eingangs.	Name des Materials, dessen Transparenz gesetzt werden soll.
Ansicht der Kamerafahrt anfahren	Setzt eine Ansicht in dem für die Kamerafahrt aktiven Arbeitszellenfenster.	Nummer des Kamerafahrtschrittes, der angefahren werden soll.
Level of Detail setzen	Setzt den **Level of Detail (LOD)**	**Level of Detail**, der gesetzt werden soll.
CIROS® Arbeitszelle importieren	Importiert eine Arbeitszellendatei in die aktuelle Arbeitszelle.	Dateiname inkl. Pfad der Arbeitszelle, die importiert werden soll.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

7 Kommunikationsschnittstellen

CIROS® stellt verschieden Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung:

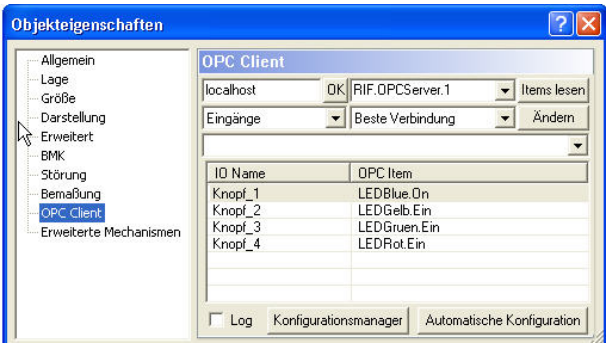
- OPC Client
- OPC Steuerungsanbindung
- PARSIFAL
- Online Kommunikation zur Mitsubishi Robotersteuerung

7.1 OPC Client

Der OPC-Client dient dazu die Steuerung eines Objektes an einen OPC-Server auszulagern. Alle oder einige der konfigurierten EAs und der Roboterachsen können durch den Client mit dem Server ausgetauscht werden. Zur Konfiguration der COM Schnittstellen unter Windows beachten Sie bitte den nächsten Abschnitt zur **OPC-Steuerungs-anbindung**.

Verbindungsaufbau

Wählen Sie ein Objekt aus und ändern Sie den Steuerungstyp auf OPC Client. Das Dialogfeld Objekteigenschaften wird hierdurch um die Dialogseite OPC-Client erweitert:



Hostname

Hier können Sie den Namen des Hosts angeben, zu dem Sie eine Verbindung aufbauen wollen. Der Standardwert ist **localhost**. Haben Sie einen Namen eingegeben, drücken Sie auf OK und CIROS liest die verfügbaren OPC-Server dieses Hosts aus.

Servername	Neben dem Hostfenster befindet sich eine Dropdown-Liste mit verfügbaren OPC-Servern. Wählen Sie dort den gewünschten OPC Server aus. Wenn Sie auf Items lesen klicken, wird die Liste der verfügbaren Items gefüllt. Achtung: Der OPC-Server muss dazu in Betrieb sein!
Eingänge/Ausgänge/ Gelenkwerte	Mit diesem Auswahlfeld können Sie bestimmen, welchen Teil ihres CIROS Objektes sie konfigurieren wollen. Ausgänge werden vom Server nach CIROS gelesen, Eingänge von CIROS in den Server geschrieben. Gelenkwerte können nur gelesen werden. Je nachdem, welchen Eintrag sie wählen, verändert sich die Auswahl der verfügbaren Items sowie die Anzeige der bereits konfigurierten Elemente ihres Objektes.
Verbindung	Wählen Sie hier die gewünschte Verbindung. Mit der Standardeinstellung Beste Verbindung benutzt CIROS die beste verfügbare Verbindung. Dies sind, beginnend mit der besten Qualität, ASYNC V2.00, ASYNC V1.00 und SYNC. Wählen Sie einen anderen Eintrag, um nur Verbindungen der gewählten Art zuzulassen.
Konfiguration ändern	Selektieren Sie mit Hilfe Tabelle einen Eintrag, den Sie konfigurieren wollen. Wählen Sie aus der Liste der Items das aus, das mit dem selektierten Element verbunden werden soll. Drücken Sie auf die Schaltfläche Ändern. Der Eintrag in der Tabelle wird um das OPC-Item ergänzt. Steht das Item, das sie konfigurieren wollen, nicht zur Verfügung, dann überprüfen Sie die Einstellung ihres OPC-Servers bezüglich der Lese- und Schreibrechte.
Log	Aktivieren Sie diese Option um erweiterte Ausgaben im Meldungsfenster zu erhalten.
Automatische Konfiguration	Die entsprechende Schaltfläche führt eine automatische Konfiguration aus.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Benutzen Sie die Automatische Konfiguration, um ein Verzeichnis des OPC Servers auszuwählen. OPC-Items in diesem Verzeichnis können wahlweise über gleichnamige Ein- oder Ausgänge des zugehörigen Objekts oder über BMKs automatisch miteinander verbunden werden. Sollte ihr Server keine hierarchischen Verzeichnisse unterstützen, entfällt dieser Dialog.

Konfigurationsmanager

Mit Hilfe des Konfigurationsmanagers können verschiedene Konfigurationen des OPC-Clients gespeichert und beliebig wieder abgerufen werden.

7.2 OPC Steuerungsanbindung

Die OPC-Anbindung zu CIROS gestattet es, externe Steuerungen an das Simulationssystem anzukoppeln. Bei den externen Steuerungen kann es sich um Steuerungen handeln, die aufgrund der anliegenden Ein- und Ausgangssignale logische und arithmetische Berechnungen ausführen, oder um Steuerungen, die eine oder mehrere Kinematiken steuern.

Zum ersten Steuerungstyp zählen Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und zum zweiten Typ Robotersteuerungen.
Als Kommunikationsschnittstelle kommt OPC (OLE for Process Control) zum Einsatz. Bei OPC handelt es sich um eine standardisierte Softwareschnittstellendefinition, die den Zugriff auf Daten für PC-basierte Anwendungen in der Automatisierungstechnik erleichtert und vereinheitlicht.

Für eine an CIROS anzubindende externe Steuerung muss ein OPC-Server verfügbar sein, der die steuerungsinternen Zustände für andere Kommunikationsteilnehmer bereitstellt. Die OPC-Steuerungsanbindung von CIROS ist als OPC-Client realisiert, der die erforderlichen Informationen beim Server abruft und verarbeitet.
Die Anbindung ist als Erweiterungsmodul realisiert und vollständig in die Bedienoberfläche von CIROS integriert. Da sie außerdem eine vollwertige Steuerungsschnittstelle zu CIROS besitzt, weist eine externe Steuerung in der Simulation ein identisches Verhalten auf wie eine in

CIROS integrierte Steuerung, in der die Programmbearbeitung und die Kinematikfunktionen emuliert werden.

Konfiguration und Inbetriebnahme

Der Betrieb der CIROS-OPC-Anbindung ist an folgende Voraussetzungen des Simulationsrechners (PC) geknüpft:

- 32-Bit Windows Betriebssystem (Windows 2000, Windows XP,VISTA)
- Ethernet Netzwerkkarte
- TCP/IP Protokoll

Beachten Sie zusätzlich folgende Punkte bei der Kommunikation zwischen CIROS und einem OPC-Server:

- Microsoft-Netzwerk:
  Binden Sie den CIROS-PC und OPC-Server in ein gemeinsames Windows-Netzwerk ein und vergeben Sie eindeutige Rechnernamen.
- Benutzerverwaltung:
  Richten Sie auf dem CIROS-PC und dem OPC-Server zwei identische Benutzer mit gleichem Benutzernamen und gleichem Passwort ein. Räumen Sie beiden Benutzern Administratorrechte ein.
- Registrierung der Schnittstellenklassen des OPC-Servers:
  Registrieren Sie die Klassenbeschreibungen Ihres OPC-Servers in der Registrierungsdatenbank (Registry) des CIROS-PCs. Hinweis: In der Regel muss der OPC-Server auch auf dem Client-PC installiert werden, damit die DCOM-Klassen dort registriert werden.

DCOM Konfiguration

OPC basiert auf der von Microsoft entwickelten DCOM (Distributed Component Object Model) Technologie für verteilte Anwendungen. DCOM kommt somit zum Einsatz, wenn CIROS und die OPC-Applikation getrennten Rechnern ausgeführt werden.
DCOM verwendet zahlreiche Sicherheitsmechanismen, die den Zugriff auf lokale Anwendungen über ein Netzwerk regeln.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Für das Zustandekommen einer Verbindung sind zahlreiche Systemeinstellungen notwendig, die von der Netzwerkumgebung abhängig sind.

Firewall Settings

In der Firewall der zu verbindenden Rechner sollten der TCP Port 135 sowie das Programm OPCEnum.exe (üblicherweise zu finden unter ‹Windows Directory›\System32) als Ausnahme zugelassen sein!

Hinweis

Beispiele zur DCOM Einstellung finden Sie in der online Hilfe zu CIROS im Abschnitt **Steuerung/OPC Steuerungsanbindung/Konfiguration und Inbetriebnahme.**

7.3 PARSIFAL

Die Erweiterung PARSIFAL stellt umfangreiche Funktionalität zur Vernetzung von Simulations- und Steuerungssystemen zur Verfügung. Die Eigenschaften für PARSIFAL werden auf der entsprechenden Registrierkarte der **Arbeitszelleneigenschaften** konfiguriert.

Wählen Sie in der Liste der Parameter die Einstellung aus, die Sie konfigurieren möchten. In Abhängigkeit vom Typ des Parameters erscheinen unter der Liste die entsprechenden Kontrollelemente. Folgende Parameter können für PARSIFAL konfiguriert werden:

- Client-Verbindungen mit der Arbeitszelle speichern.
- Logging im Meldungsfenster
- Logging in Log-Datei (.\bin\PARSIFAL.log)
- Zykluszeit für Text-basierte Benachrichtigung einer Modellaktualisierung
- Automatische Modellpartitionierung

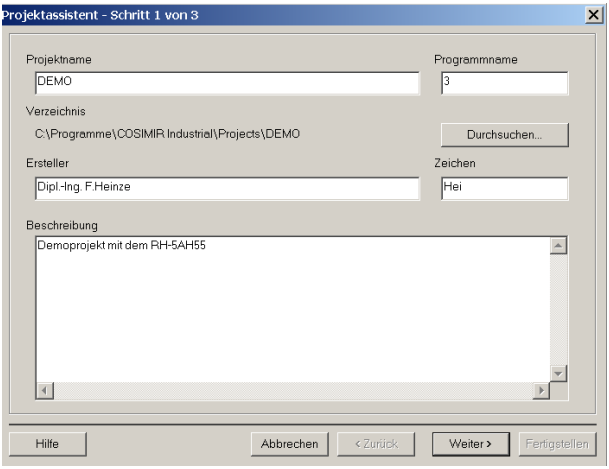
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

7.4 Robot Controller Interface

Benutzen Sie den RCI-Explorer (Robot Controller Interface), um sich einen Überblick über alle Programme, Slotinhalte und Einstellungen Ihres Roboters zu verschaffen. Der RCI-Explorer ist die zentrale Anlaufstation für alle Arten von Interaktionen mit Ihrem Roboter. Programme und Positionslisten tauschen Sie mit dem RCI-Explorer einfach per Drag-and-drop aus.
Testen Sie Ihre fertigen Programme online direkt am Roboter mit den Debugger. Der Debugger ermöglicht das Setzen von Haltepunkten (Breakpoints) an beliebigen Stellen in Ihrem Programm. Ebenso ist ein Einzelschrittbetrieb vorwärts und rückwärts möglich. Der Debugger ist das ultimative Testwerkzeug für den detaillierten, schrittweisen Abschlusstest Ihrer Programme.

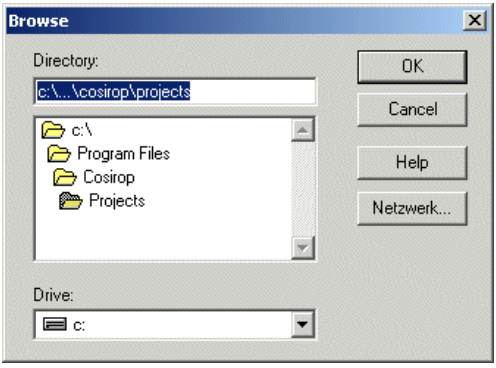
Wie Sie ein neues Projekt anlegen

Zur Roboterprogrammierung öffnen Sie Ihre modellierte Arbeitszelle oder Sie wählen den Projektassistenten mit dem Befehl **Datei → Mitsubishi Projekt**.



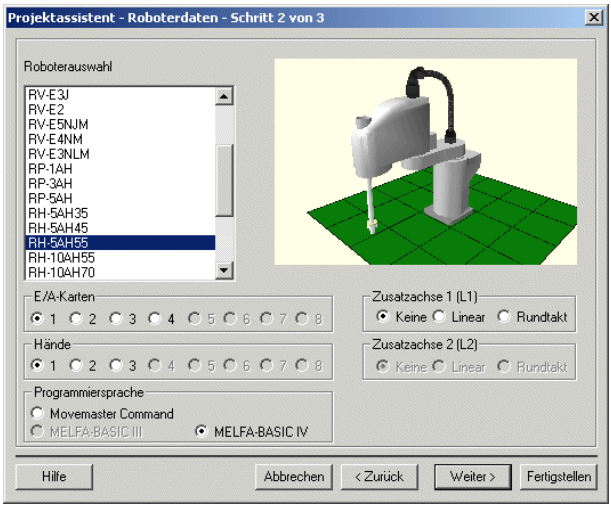
Tragen Sie den gewünschten Projektnamen in das Eingabefeld ein. Beim Start ist hier der Projektname "UNTITLED" eingetragen, in diesem Beispiel wurde als Projektname "DEMO" eingegeben. Sie können jeden gültigen Dateinamen (ohne Dateinamenserweiterung) eingeben. Im Eingabefeld Programmname tragen Sie z. B. „3“ ein.
Der von Ihnen gewählte Projektname erscheint auch als Verzeichnisname. Damit werden alle Programme, die zu einem Projekt gehören, in einem Verzeichnis abgelegt. Mit dem Programmnamen geben Sie den Namen vor, unter dem das Roboterprogramm in der Steuerung abgelegt wird.

Das Verzeichnis, das für dieses Projekt verwendet wird, wird unter Verzeichnis angezeigt. Wenn Sie dieses ändern oder ein neues Verzeichnis erstellen wollen, betätigen Sie die Schaltfläche **Durchsuchen**, wodurch der Projektverzeichnis wählen-Dialog geöffnet wird.



© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Sie können Ihren Namen in das Feld **Ersteller**, Ihr Kurzzeichen in **Zeichen** und eine kurze Projektbeschreibung in das Feld Beschreibung eingeben.
Durch Betätigung der Schaltfläche **Weiter** gelangen Sie zum zweiten Schritt des Projektassistenten.



Wählen Sie jetzt den Robotertyp, für den Sie Programme schreiben wollen, aus der Liste Roboterauswahl. Anschließend legen Sie die Zahl der E/A-Karten (diese Eingabe wird nur für den E/A-Monitor benötigt), die Anzahl der Hände (diese Eingabe wird nur für das Öffnen und Schließen der Hände im Online Teach-In benötigt), die Zusatzachsen und deren Typen (erforderlich für das Online Teach-In) sowie die Programmiersprache, deren Wahl zum Öffnen des korrekten Programmfensters unerlässlich ist. Eine Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Programmiersprachen steht für die Roboter der A-Serie (RV-A, RH-AH und RP-AH) und der RV-EN-Serie zur Verfügung. Die Roboter der RV-E-Serie können nur in Movemaster Command (MRL) programmiert werden.

Betätigen Sie nun die Schaltfläche **Fertigstellen**, um das Projekt zu erzeugen. Hierauf werden ein Arbeitszellenfenster, der RCI-Explorer, ein Roboterprogrammfenster mit dazugehörigem Positionslistenfenster und das Meldungsfenster geöffnet und auf dem Bildschirm angeordnet. Dazu werden mehrere Dateien für das Projekt, das Programm und die Positionsliste in dem "Verzeichnis" unter dem "Projektnamen" angelegt.

Wie Sie allzeit den Überblick mit dem RCI-Explorer behalten

Haben Sie ein Projekt oder eine Arbeitszelle geöffnet, so ist der RCI-Explorer die zentrale Anlaufstelle für jegliche Art von Informationsaustausch mit dem Roboter. Er gibt Ihnen jederzeit eine Übersicht des aktuellen Zustands des Roboters und ermöglicht es auf einfache Art und Weise Programme und Positionen mit dem Roboter auszutauschen, zu starten und deren Ablauf zu verfolgen.

In Ihrem RCI-Explorer befinden sich stets zwei Ordner. Ein Ordner mit dem Namen des konfigurierten Roboters. In diesem Beispiel wird der "RH-5AH55" verwendet. Dieser Roboterordner enthält alle Daten, die sich auf der Robotersteuerung befinden. Der zweite Ordner heißt **Arbeitsplatz** und enthält alle Daten, die sich auf dem PC befinden, auf dem CIROS® Studio gerade verwendet wird.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Im Roboterordner finden Sie Informationen
- zur Verbindung mit der Robotersteuerung
- zum Robotertyp
- zu den Programmen, die auf der Steuerung aktuell verfügbar sind
- zu den Belegungen der einzelnen Slots
- zu den Systemvariablen
- zum Roboterstatus über diverse Monitore
- zu den Roboterparametern und
- zu den letzten Fehlern

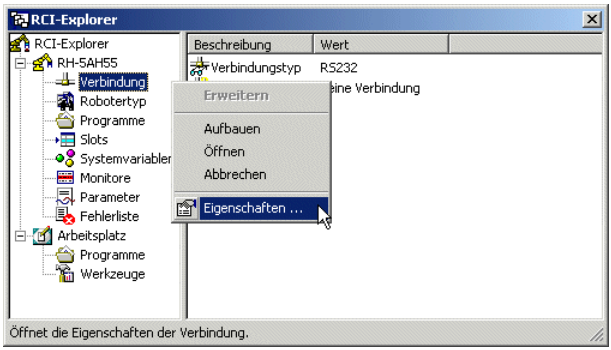
Im Arbeitsplatzordner finden Sie eine Auflistung
- der aktuell in Ihrem Projektverzeichnis auf dem PC verfügbaren Programme
- und der von CIROS® Studio bereitgestellten Werkzeuge

Wie Sie eine Verbindung zur Robotersteuerung herstellen

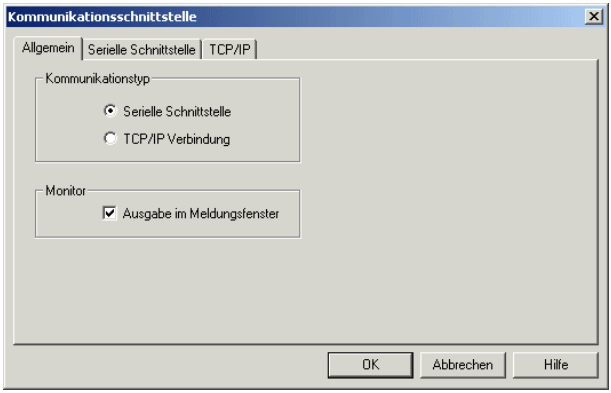
Lesen und beachten Sie die Sicherheitshinweise aus dem SAFETY MANUAL genau, bevor Sie mit dem Roboter arbeiten!

Bevor Sie mit der Robotersteuerung Daten austauschen können, müssen Sie eine Verbindung zur Robotersteuerung herstellen. Dazu sind die folgenden Schritte notwendig:

1. Verbinden Sie eine serielle Schnittstelle des CIROS® Studio PCs mit der RS-232-Schnittstelle der Robotersteuerung. Überzeugen Sie sich, dass das verwendete Schnittstellenkabel auch die Hardware-Handshake-Signale (DTR, RTS, CTS) verbindet. Genaueres finden Sie im Roboterhandbuch
2. Kontrollieren Sie mit dem RCI-Explorer die Eigenschaften der Verbindung. Gehen Sie dazu mit der Maus auf „Verbindung“ und öffnen dann mit der rechten Maustaste das angezeigte Kontextmenü. Wählen Sie innerhalb des Kontextmenüs den Eintrag „Eigenschaften“.

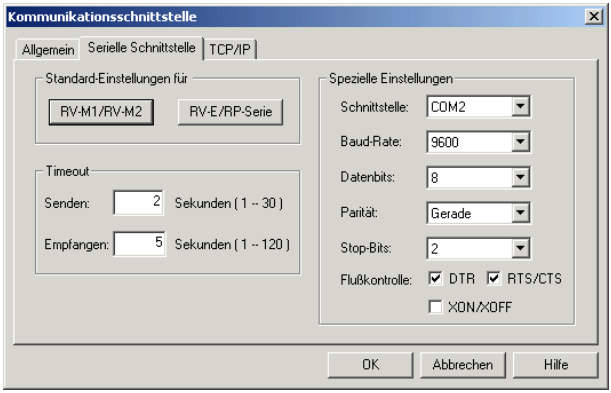


3. Kontrollieren Sie, ob die serielle Schnittstelle als Kommunikationstyp ausgewählt ist. Die Dialogbox Kommunikationsschnittstelle/Allgemein können Sie ebenfalls mit dem Befehl **Extras → Einstellungen → Kommunikationsschnittstelle** öffnen. Der Befehl steht nur zur Verfügung, wenn eine Arbeitszelle geladen ist.

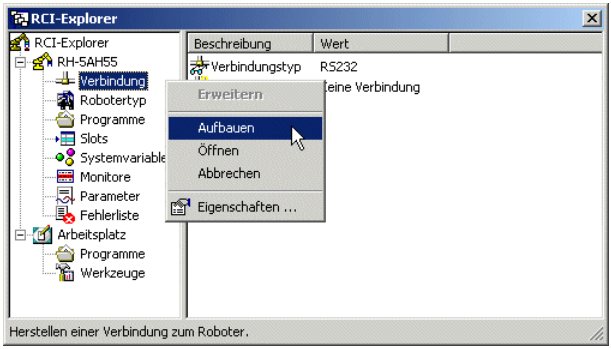


© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

4. Wählen Sie die richtige serielle Schnittstelle des PCs und die korrekten Übertragungsparameter. Nehmen Sie die Einstellungen auf der Registerkarte Kommunikationsschnittstelle/Serielle Schnittstelle vor.

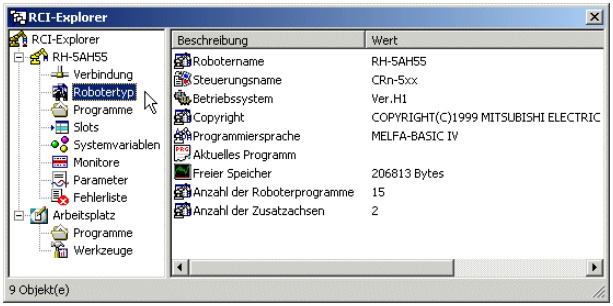


5. Diese Einstellungen werden zusammen mit dem Projekt gespeichert. Die vorgegebene Schnittstelle entspricht der seriellen Schnittstelle, die Sie bei der Installation gewählt haben.
6. Schalten Sie nun die Teaching-Box aus (Stellung "Disable").
7. Wenn Sie über einen Roboter der A-Serie (RV-A, RH-AH, RP-AH) verfügen, dann bringen Sie den Schlüsselschalter an der Robotersteuerung in die Position Auto(Ext.).
8. Überprüfen Sie die Verbindung zwischen CIROS® Studio und der Robotersteuerung, indem Sie eine Verbindung zum Roboter aufbauen. Benutzen Sie dazu erneut das Kontextmenu im RCI-Explorer zum Eintrag Verbindung. Wählen Sie diesmal den Befehl **Aufbauen.**
   Sie können auch mit dem Befehl **Ausführen → Verbindung** eine Verbindung aufbauen. Wenn eine Verbindung zum Roboter hergestellt werden kann, dann werden einige Informationen zum Roboter in der Dialogbox Robotertyp anzeigt.



Wie Sie den angeschlossenen Roboter kontrollieren

Kontrollieren Sie den angeschlossenen Roboter. Wählen Sie dazu im RCI-Explorer den Ordner **Robotertyp**:

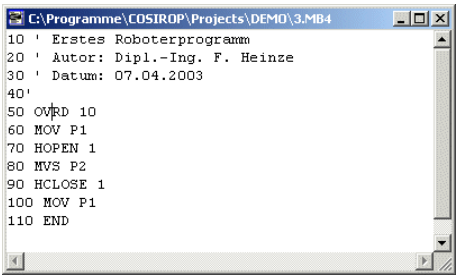


Sie erhalten u. a. Informationen über den Namen des angeschlossenen Roboters, die Betriebssystemversion der Robotersteuerung, die aktuelle Programmiersprache und die Anzahl der Programme auf der Robotersteuerung.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Wie Sie ein Roboterprogramm erstellen

Erstellen Sie jetzt Ihr erstes Roboterprogramm. Aktivieren Sie das Fenster mit dem Roboterprogramm indem Sie in das Fenster klicken oder das Fenster mit dem Befehl **Fenster/1,2,3...** auswählen. Jetzt können Sie das Programm beliebig mit der Tastatur und der Maus bearbeiten.
Zur genauen Syntaxbeschreibung eines Befehls steht Ihnen die Online-Hilfe durch Betätigung der F1-Taste zur Verfügung. Hierdurch wird kontextsensitive Hilfe zu dem Schlüsselwort angezeigt, in dem die Einfügemarke steht. Weiterhin finden Sie im Reference Manual oder dem Instruction Manual eine genaue Beschreibung.
Ein einfaches Roboterprogramm in MELFA-BASIC IV könnte z.B. so aussehen:



Lassen Sie sich die kontextsensitive Hilfe zum Befehl OVRD anzeigen, indem Sie die Einfügemarke auf dem Befehl OVRD positionieren und die F1-Taste drücken.
Um ein Programm sequentiell zu nummerieren, steht der Befehl **Programmierung → Renumber** zur Verfügung. Dieser Befehl kann genutzt werden, um entweder das gesamte Programm (in diesem Fall darf im Programm nichts selektiert sein) oder nur den selektierten Bereich von Programmzeilen neu zu nummerieren.

Wenn Sie am Ende eines Programms neue Programmzeilen ergänzt haben, die jedoch aufgrund Ihrer Zeilennummerierung zwischen anderen Programmzeilen eingefügt werden sollten, verwenden Sie den Befehl **Programmierung → Sortieren**, mit dem alle Programmzeilen

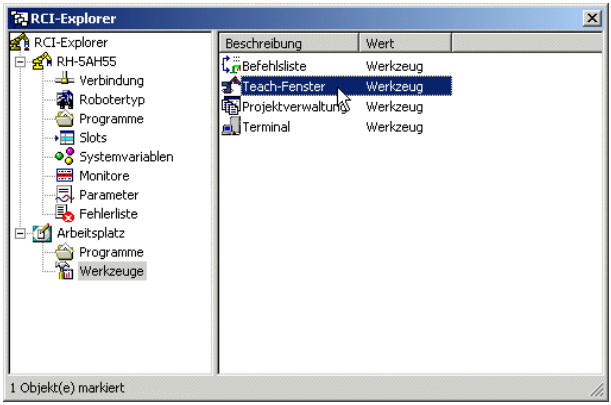
nach aufsteigenden Zeilennummern sortiert werden.
Speichern Sie das Programm mit dem Befehl **Datei → Speichern**.

Wie Sie eine Positionsliste mit dem Roboter erstellen

Lesen und beachten Sie die Sicherheitshinweise aus dem SAFETY MANUAL genau, bevor Sie mit dem Roboter arbeiten! Insbesondere darf sich Niemand innerhalb des SICHERHEITSBEREICHS befinden, wenn Sie mit dem Online Teach-In arbeiten.

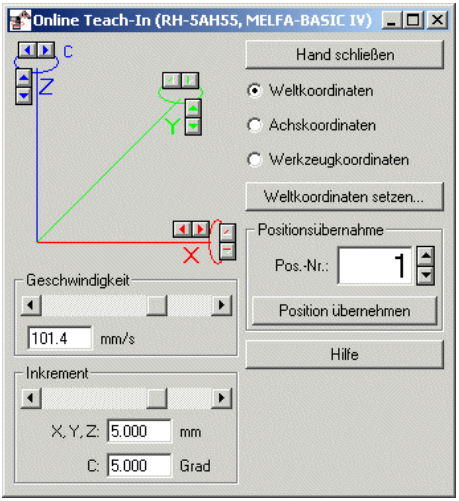
Positionslisten erstellen Sie in der Regel mit der Teaching-Box. Informationen dazu entnehmen Sie bitte dem Mitsubishi-Handbuch Bedienungs- und Programmieranleitung. Diese von Ihnen mit der Teaching-Box erstellten Positionsdaten können Sie einfach über den Programmupload von Ihrer Steuerung zu CIROS® Studio erhalten.

Alternativ können Sie eine Positionsliste auch interaktiv mit CIROS® Studio erstellen und modifizieren. Öffnen Sie hierzu das Fenster **Online Teach-In** durch Doppelklicken auf das Werkzeug **Teach-Fenster**.

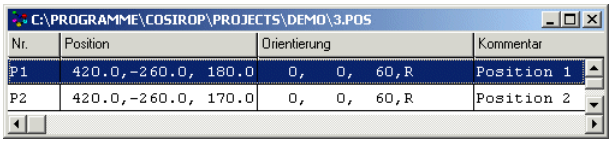


© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Sie können das Fenster **Online Teach-In** auch mit dem Befehl **Ausführen → Online Teach-In** öffnen. Mit diesem Fenster können Sie den Roboter in Achs-, Welt- und Werkzeugkoordinaten verfahren. Verwenden Sie die Schaltfläche **Position übernehmen**, um die aktuelle Roboterposition in die Positionsliste unter der Nummer Pos.-Nr. zu übernehmen. Um einen bestehenden Positionseintrag zu überschreiben, brauchen Sie dessen Nummer nur in das Textfeld Pos.-Nr. einzutragen. Setzen Sie für das Teach-In die Parameter Geschwindigkeit und Inkrement auf passende Werte.



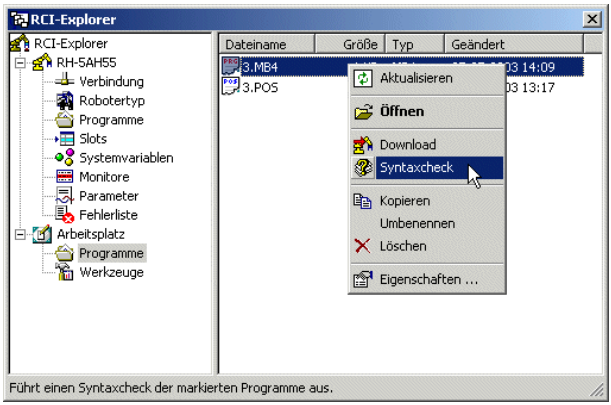
Erstellen Sie auf diese Weise zwei Positionen P1 und P2 in Ihrer aktuellen Positionsliste und speichern Sie die Positionsliste mit dem Befehl Datei/Speichern. Eine Positionsliste könnte z. B. folgendermaßen aussehen:



Erfahren Sie als nächstes, wie Sie die Syntax Ihres Programms überprüfen können.

Wie Sie die Syntax Ihres Programms überprüfen

Ihr erstes Roboterprogramm und die zugehörige Positionsliste befinden sich zunächst auf ihrem PC. Sie finden diese im RCI-Explorer als Programm auf Ihrem Arbeitsplatz. Selektieren Sie im RCI-Explorer mit Hilfe der Maus den Namen Ihres Roboterprogramms und öffnen Sie mit der rechten Maustaste das Kontextmenü zu Ihrem Programm. Wählen Sie Syntaxcheck aus und überprüfen Sie die Syntax Ihres Programms.



Der Syntaxchecker erkennt syntaktische Fehler und zeigt Sie im Meldungsfenster an.

Laden Sie jetzt Ihr Programm und Ihre Positionsliste auf die Robotersteuerung herunter.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

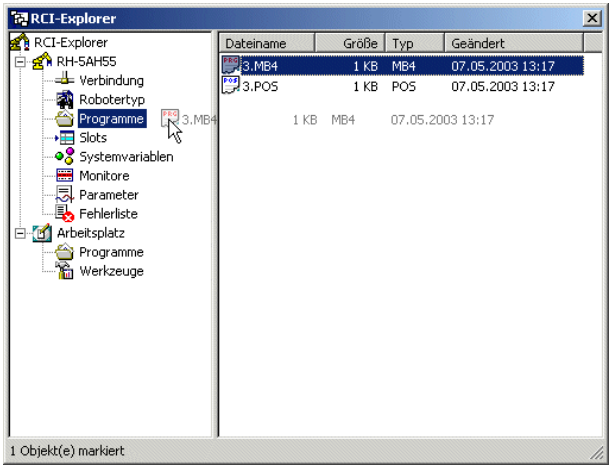
Wie Sie Programme und Positionslisten mit der Robotersteuerung austauschen

Bevor Sie Programme und Positionslisten zwischen dem CIROS® Studio PC und der Robotersteuerung (Drive Unit) austauschen können, muss die Verbindung zur Robotersteuerung hergestellt sein. Wenn diese erfolgreich aufgebaut worden ist, dann können Sie

- Programme zum Roboter übertragen (Download)
- Positionslisten zum Roboter übertragen (Download)
- Programme und Positionslisten vom Roboter holen (Upload)

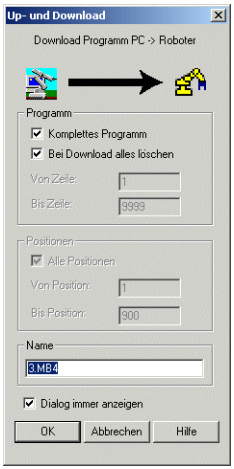
Download eines Programms

Die einfachste Möglichkeit, ein Programm vom PC auf die Robotersteuerung zu laden, bietet der RCI-Explorer. Markieren Sie das Programm, das Sie auf die Robotersteuerung laden möchten, im Ordner **Programme** unter Arbeitsplatz. Im Beispiel ist das Programm 3.MB4 markiert. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen das Programm einfach in den Programmordner auf dem Roboter wie im folgenden Bild gezeigt. Dieses Vorgehen wird auch als "Drag und Drop" bezeichnet:



Sobald Sie den Programmordner erreicht haben, lassen Sie den Mauszeiger los und der Download des markierten Programms wird angestoßen. Der Download lässt sich mit Hilfe des RCI-Explorers auch über das Kontextmenü zum Programm 3.MB4 starten. Das Kontextmenü öffnen Sie, indem Sie auf dem Programmnamen die rechte Maustaste betätigen. Wählen Sie im Kontextmenü die Anweisung Download aus.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Alternativ können Sie den Download auch ohne RCI-Explorer ausführen. Aktivieren Sie dazu das Fenster mit dem Roboterprogramm, das Sie zur Robotersteuerung übertragen wollen, indem Sie in das Fenster klicken. Übertragen Sie in diesem Fall das Programm mit dem Befehl **Extras → online Kopplung -> Download PC → Roboter**. In allen Fällen wird der Dialog **Up- und Download** angezeigt.

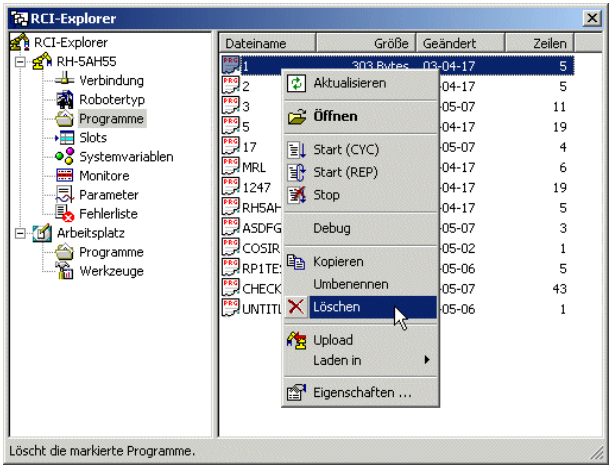
In den meisten Fällen können Sie die Standardvorgabe verwenden und jeweils das komplette Programm herunterladen. Dazu muss die Auswahl Komplettes Programm selektiert sein. Wenn Sie nur einen speziellen Zeilenbereich herunterladen wollen, so schalten Sie die Auswahl Komplettes Programm ab und geben Sie Werte für Von Zeile und Bis Zeile (für MELFA-BASIC III und IV Werte zwischen 1 und maximal 32767, ansonsten Werte zwischen 1 und *9999*) ein. Vor dem Download wird der angegebene Zeilenbereich gelöscht. Außerdem geben Sie bitte im Textfeld Name den Namen ein, der für das Programm auf der Steuerung verwendet werden soll. Dieses Textfeld wird immer mit dem Dateinamen initialisiert.

Sollten Sie MELFA-BASIC III Programme mit Zeilennummern größer als *9999* benutzen, dann markieren Sie vor dem Download das Feld Bei Download alles löschen. Dieser Befehl bewirkt, dass ein altes MELFA-BASIC Programm mit Zeilennummern größer als *9999* in der Steuerung vor dem Download komplett gelöscht wird. Wird diese Option nicht markiert, dann werden Befehlszeilen mit Zeilennummern größer als *9999* nicht gelöscht, unabhängig davon, welchen Zeilenbereich Sie unter Bis Zeile eingegeben haben. Positionslisten werden nicht gelöscht.

Betätigen Sie OK um den Download zu starten. Alle Befehle, die zur Steuerung übertragen werden, werden auf dem Bildschirm angezeigt. Nach jeder Programmzeile wird der Fehlerstatus der Steuerung überprüft. Falls ein Fehler aufgetreten sein sollte, wird der Download abgebrochen und die Zeile wird angezeigt, in der Fehler aufgetreten ist.

Sollten Sie versuchen, ein leeres Programm oder eine leere Positionsliste auf die Robotersteuerung zu übertragen, dann erscheint eine Rückfrage, ob Sie den Download wirklich ausführen möchten. Sie können den Download dann gegebenenfalls noch abbrechen. Diese Warnmeldung schützt Sie davor, ein Programm auf der Steuerung versehentlich zu löschen, das Sie eigentlich zum PC übertragen wollten, aber anstelle eines Uploads, einen Download gestartet haben.

Tritt bei der Ausführung des Zeilenlöschens ein Fehler auf, dann löschen Sie das Programm bitte manuell. Das Löschen von Programmen erfolgt sehr einfach mit dem RCI-Explorer. Gehen Sie dazu auf den Programmordner in ihrem Roboterordner. Selektieren Sie das Programm, das Sie löschen wollen und öffnen Sie mit der rechten Maustaste das Kontextmenü. Wählen Sie das Kommando **Löschen**.



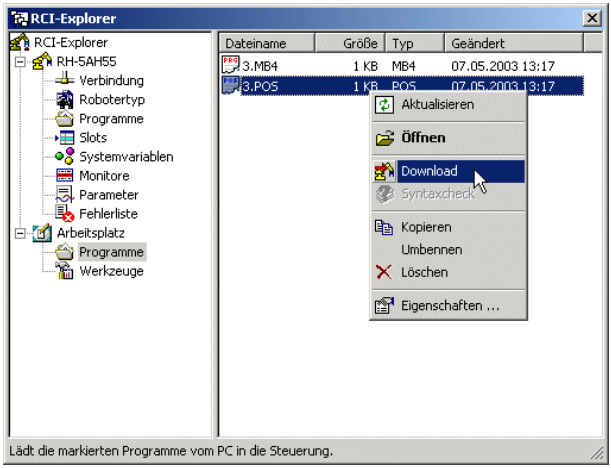
Nachdem Sie das Programm erfolgreich zur Steuerung übertragen haben, übertragen Sie jetzt die Positionsliste zur Robotersteuerung.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

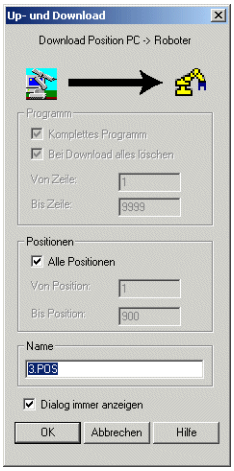
Download einer Positionsliste

Die erforderlichen Schritte zum Download einer Positionsliste sind fast die gleichen wie jene zum Download eines Programms. Die einfachste Möglichkeit, eine Positionsliste vom PC auf die Robotersteuerung zu laden, bietet der RCI-Explorer. Markieren Sie die Positionsliste, die Sie auf die Robotersteuerung laden möchten, im Ordner **Programme** unter Arbeitsplatz. Im Beispiel ist die Positionsliste 3.POS markiert. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen die Positionsliste einfach in den Programmordner auf dem Roboter.

Sie können den Download aber auch wie im folgenden Bild über das Kontextmenü zur Positionsliste 3.POS starten. Das Kontextmenü öffnen Sie, indem Sie auf dem Positionslistennamen die rechte Maustaste betätigen. Wählen Sie im Kontextmenü die Anweisung Download aus.



Alternativ können Sie den Download auch ohne RCI-Explorer ausführen. Aktivieren Sie das Positionslistenfenster und führen Sie den Befehl **Extras -› online Kopplung → Download PC → Roboter** aus.

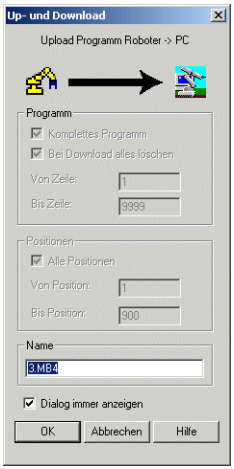


In jedem Fall wird der Dialog **Up- und Download** angezeigt. In den meisten Fällen können Sie die Standardvorgabe verwenden und jeweils alle Positionen herunterladen. Dazu muss die Auswahl Alle Positionen selektiert sein. Wenn Sie nur einen speziellen Positionsbereich herunterladen wollen, so schalten Sie die Auswahl Alle Positionen ab und geben Sie Werte für Von Position und Bis Position (für MELFA-BASIC III und IV beliebige Werte, ansonsten Werte zwischen 1 und 999, für RV-M1 zwischen 1 und 629) ein.
Vor dem Download wird der angegebene Positionsbereich gelöscht. Bei MELFA-BASIC IV werden die alten Positionen vor dem Download nicht gelöscht.
Außerdem können Sie auch einen anderen "Namen" eingeben. Als Standardvorgabe wird der Name der Positionsliste verwendet.
Wenn Sie einen anderen Namen vergeben wollen, dann achten Sie darauf, dass Sie hier den gleichen Namen benutzen, den Sie auch für das Programm verwendet haben.
Die zur Robotersteuerung heruntergespielten Programme lassen sich auch sehr einfach wieder auf den PC laden.

Upload eines Programms inklusive der Positionsliste
Das Vorgehen zum Upload eines Programms ähnelt sehr jenem zum Download. Die einfachste Möglichkeit, ein Programm von der Robotersteuerung auf den PC zu laden, bietet der RCI-Explorer. Markieren Sie das Programm, das Sie auf die Robotersteuerung laden möchten, im Ordner **Programme** unterhalb Ihres Roboters. Dieses Programm samt Positionsliste können Sie jetzt einfach per Drag und Drop in Ihren Programmordner auf Ihrem Arbeitsplatz ziehen. Sie können auch, wie im Beispiel, das Kontextmenü zum Roboterprogramm nutzen. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf das Programm 3. Wählen Sie Upload und der Upload des Programms inklusive der Positionsliste wird gestartet. Das Programm befindet sich nach dem Upload im Ordner **Programme** auf Ihrem Arbeitsplatz. Alternativ können Sie **Öffnen** auswählen. In diesem Fall wird ebenfalls der Upload des Programms inklusive der Positionsliste gestartet. Zusätzlich wird das Programm und die Positionsliste nach dem Upload aber auch noch geöffnet und auf dem Bildschirm angezeigt.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

RCI-Explorer
RCI-Explorer
RH-5AH55
Verbindung
Robotertyp
Programme
Slots
Systemvariablen
Monitore
Parameter
Fehlerliste
Arbeitsplatz
Programme
Werkzeuge
Dateiname
Größe
Geändert
Zeilen
1 303 Bytes 03-04-17 5
2 478 Bytes 03-04-17 5
3 480 Bytes 11
5 1118 19
17 441 4
MRL 521 6
1247 1118 19
RH5AH 303 5
ASDFGH 369 3
COSIROP 333 1
RP1TEST 543 5
CHECKERS 965 43
UNTITLED 231 1
Aktualisieren
Öffnen
Start (CYC)
Start (REP)
Stop
Debug
Kopieren
Umbenennen
Löschen
Upload
Laden in
Eigenschaften ...
Lädt die markierten Programme von der Steuerung auf den PC.



Alternativ können Sie den Upload auch ohne RCI-Explorer ausführen. Aktivieren Sie dazu das Programmfenster, das für das hochzuladende Programm verwendet werden soll. Sie können auch ein neues Programmfenster mit dem Befehl **Datei → Neu** erzeugen. Führen Sie anschließend den Befehl **Extras → online Kopplung -› Upload Roboter → PC** aus. Dieser Befehl öffnet wiederum den Dialog **Up- und Download**. Nach Betätigung der Schaltfläche **OK** wird das Programm aus der Robotersteuerung geladen und zum Abschluss im Programmfenster angezeigt.

Während des Uploads wird die ursprüngliche Programmdatei auf der Platte überschrieben und kann auch nicht wiederhergestellt werden. Ihr Programm ist jetzt startklar. Erfahren Sie, wie Sie Ihr Programm direkt auf der Robotersteuerung testen können.

Wie Sie Programme direkt am Roboter testen

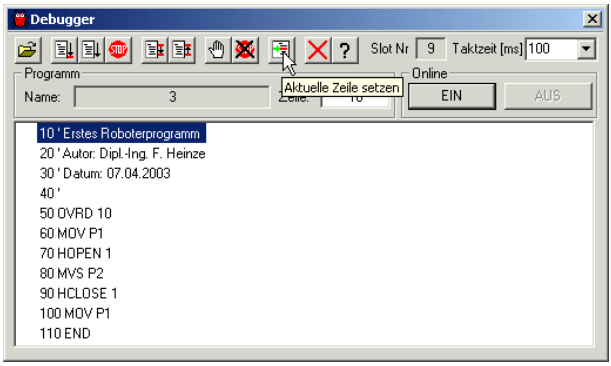
Lesen und beachten Sie die Sicherheitshinweise aus dem SAFETY MANUAL genau, bevor Sie mit dem Roboter arbeiten! Insbesondere darf sich Niemand innerhalb des SICHERHEITSBEREICHS befinden, wenn Sie das Programm testen.
Nachdem Sie das Programm erfolgreich auf die Robotersteuerung geladen haben, können Sie zunächst mit Hilfe das Debuggers mögliche Fehler in Ihrem Programm aufspüren. Starten Sie den Debugger z. B. mit Hilfe des Kontextmenüs zu Ihrem Programm. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf den Namen des Programms im Ordner **Programme** unterhalb des Roboterordners. Wählen Sie **Debug**. Im Beispiel wird der Debugger zum Programm 3 geöffnet:

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

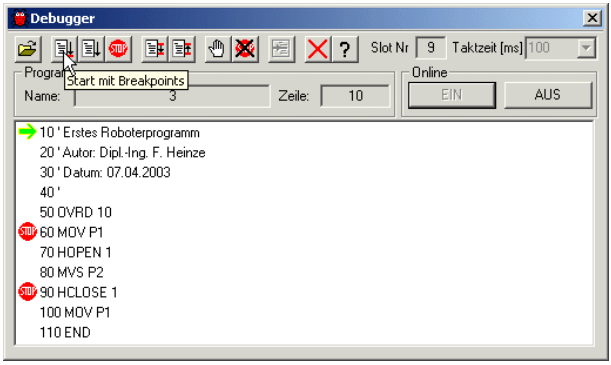
Hinweis

Beim Debuggen führt der Roboter alle angegebenen Bewegungsbefehle aus.

Der Debugger öffnet sich mit dem ausgewählten Programm. Setzen Sie zunächst die aktuelle Zeile auf die erste Programmzeile. Selektieren Sie dazu die erste Programmzeile. Legen Sie die ausgewählte Zeile als aktuelle Zeile fest, indem Sie auf das im Bild gezeigte Symbol klicken.



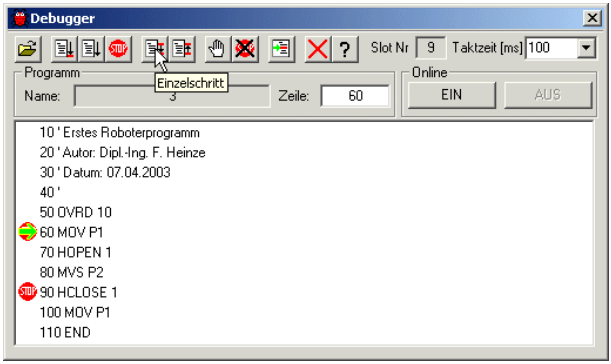
Ein grüner Pfeil markiert die Zeile, die als nächstes vom Roboter ausgeführt wird. Ergänzen Sie durch Doppelklick auf die entsprechenden Programmzeilen Haltepunkte (sogenannte Breakpoints) an den Stellen, an denen die Steuerung die Programmbearbeitung unterbrechen soll. Starten Sie das Programm mit Breakpoint-Überwachung, indem Sie auf das im Bild gezeigte Symbol klicken.



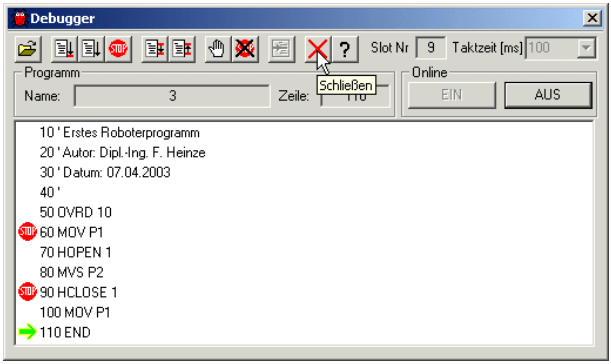
Die Programmausführung wird an den von Ihnen gesetzten Breakpoints angehalten. Sie können jetzt die nächsten Befehle im Einzelschrittmodus ausführen. Dabei wird nur jeweils der Befehl ausgeführt, auf dem der Programmzeiger gerade steht. Der Programmzeiger wird anschließend um eine Stelle weiterbewegt. Einen

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

einzelnen Schritt führen Sie aus, indem Sie auf das im Bild gezeigte Symbol klicken.



Wenn Sie das Debuggen beenden wollen, schließen Sie den Debugger. Eine Möglichkeit, den Debugger zu schließen, besteht darin, auf das im Bild gezeigte Symbol zu klicken.

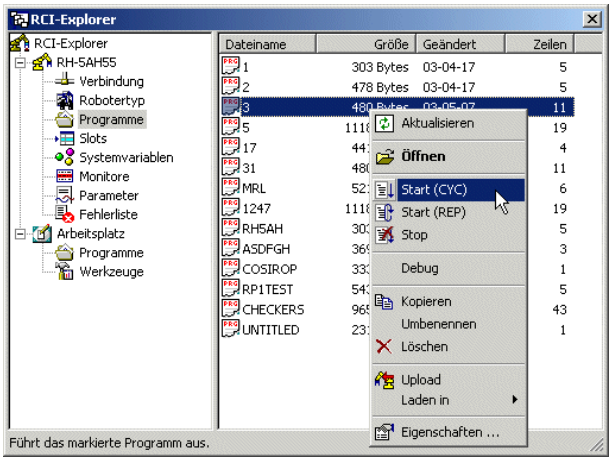


Nachdem Sie den Programmablauf mit dem Debugger detailliert überprüft haben, können Sie jetzt das Programm starten.

Wie Sie Programme starten und stoppen

Programme lassen sich sehr einfach mit dem RCI-Explorer starten.

Öffnen Sie dazu den Ordner **Programme** unterhalb des Roboterordners, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Programm, das Sie starten wollen und selektieren Sie im Kontextmenü den Eintrag Start (CYC) oder Start (REP).

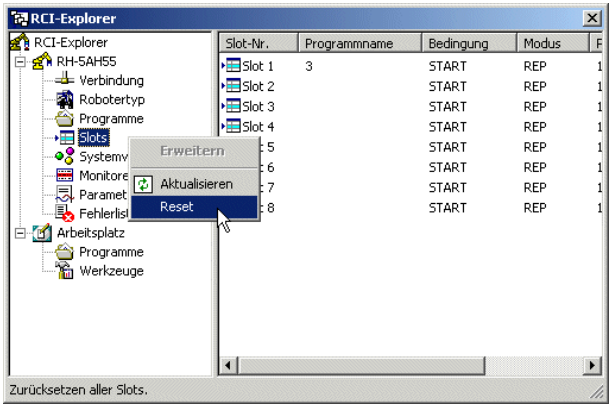


Es stehen zwei Startbefehle zur Verfügung. Beim Startbefehl Start (CYC) wird das Programm genau einmal (1 Zyklus) gestartet. Beim Startbefehl Start (REP) wird das Programm dagegen immer wieder (Repeated) ausgeführt, solange bis es von außen gestoppt wird.
Das Stoppen erfolgt ebenfalls über das Kontextmenü. Wählen sie dazu im Kontextmenü den Befehl **Stop**. Sie können den Programmablauf auch ohne den RCI-Explorer stoppen. Wählen Sie dazu den Befehl **Extras → online Kopplung -› Programmstop** .
Beim Starten des Programms wird das Programm im sogenannten Slot 1 ausgeführt. Wenn Sie das Programm in einem anderen Slot ausführen wollen, dann laden Sie das Programm zunächst in den von Ihnen gewünschten Slot.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Wie Sie Programme in einen speziellen Slot laden

Roboter der A-Serie (RV-A, RH-AH, RP-AH) verfügen über mehrere sogenannte Slots, in denen jeweils ein Programm ablaufen kann, so dass mehrere Programme parallel ausgeführt werden können.
Dies bezeichnet man als Multitasking. Roboter der Serien RV-E und RV-EN haben jeweils nur einen Ausführungsslot.
Mit Ihnen ist kein Multitasking möglich. Bei Robotern der A-Serie können Sie das Programm in jedem beliebigen Slot ausführen.
Standardmäßig wird ein Programm jedoch stets in Slot 1 ausgeführt.
Um ein Programm in einem anderen Slot auszuführen, müssen Sie das Programm explizit in den von Ihnen gewünschten Slot laden.
Öffnen Sie zunächst den Ordner **Slots**. Wenn Ihr Programm 3 bereits in einem Slot (z. B. Slot 1) geladen ist, dann führen Sie einen Reset durch. Benutzen Sie dazu das Kontextmenu des Ordners **Slots** und wählen Sie dort den Befehl **Reset**.

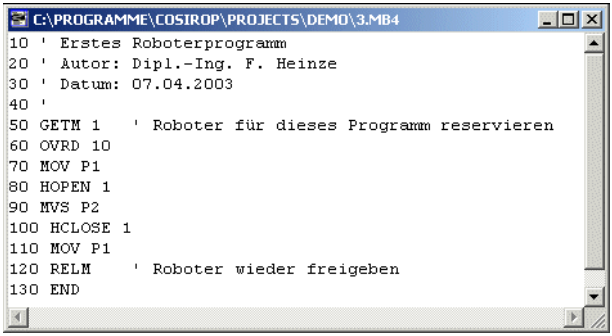


Wenn Sie in Ihren Parametereinstellungen (Parameter SLT1 bis SLT32) keinen Slot vorbelegt haben, dann sollten jetzt keine Programme mehr in den Slots geladen sein.

Damit unser Beispielprogramm überhaupt in einem anderen Slot ausgeführt werden kann, muss es leicht modifiziert werden.

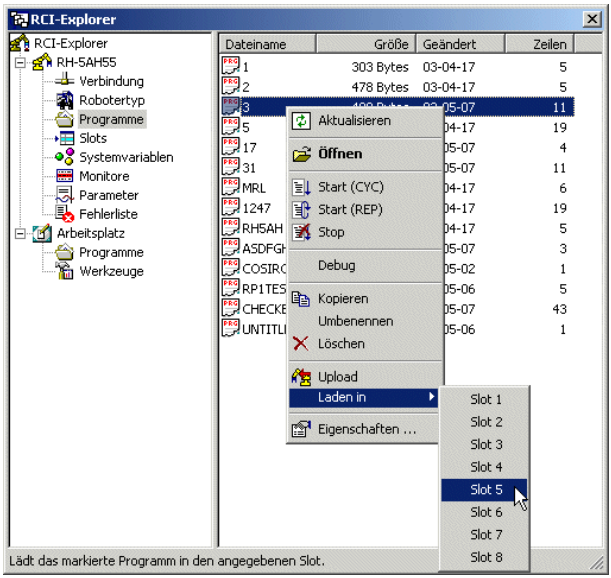
Ändern Sie das Programm und ergänzen Sie die Befehle GETM 1 und RELM. GETM 1 reserviert den Roboter für das aktuelle Programm. Dies ist immer dann erforderlich, wenn Sie Bewegungsbefehle in einem Programm ausführen, das nicht in Slot 1 gestartet wird.

Der Grund liegt darin, dass jeweils nur ein Programm den Roboter bewegen kann, ansonsten kommt es zu Zugriffskonflikten. Standardmäßig geht die Robotersteuerung davon aus, dass das Programm in Slot 1 den Roboter bewegt. Daher wird der Befehl **GETM 1** nicht benötigt, wenn ein Programm nur in Slot 1 gestartet werden soll.

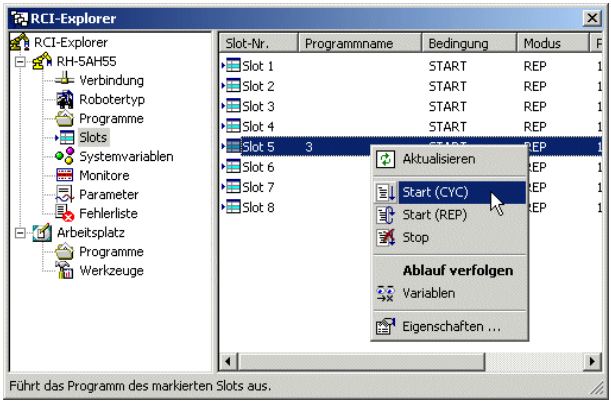


Überprüfen Sie die Syntax des aktualisierten Programms und führen Sie einen Download mit Ihrem aktualisierten Programm aus. Überprüfen Sie gegebenenfalls die Funktionalität des Programms mit dem Debugger. Anschließend laden Sie das aktualisierte Programm in Slot 5. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf den Programmnamen im Ordner **Programme** unterhalb Ihres Roboterordners. Wählen Sie **Laden in → Slot 5**. Das Programm wird in Slot 5 geladen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



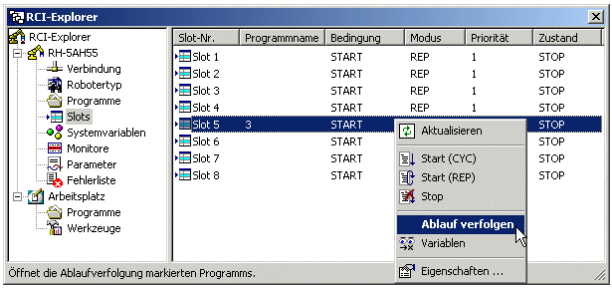
Öffnen Sie anschließend den Ordner **Slots**. Das Programm in Slot 5 kann jetzt über das Kontextmenü gestartet werden.



Ebenfalls über das Kontextmenü des Slots kann die Programmausführung auch wieder angehalten werden. Verfolgen Sie jetzt den Ablauf Ihres Programms.

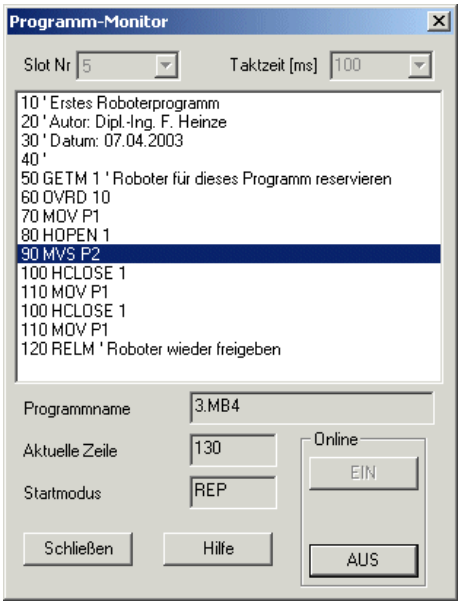
Wie Sie Programme beobachten

Beobachten Sie den Ablauf von Programmen, indem Sie das Kontextmenü zu einem Slot mit der rechten Maustaste öffnen und den Befehl **Ablauf verfolgen** auswählen.



Doppelklicken auf einen Slot öffnet ebenfalls den Programm-Monitor zu dem ausgewählten Slot:

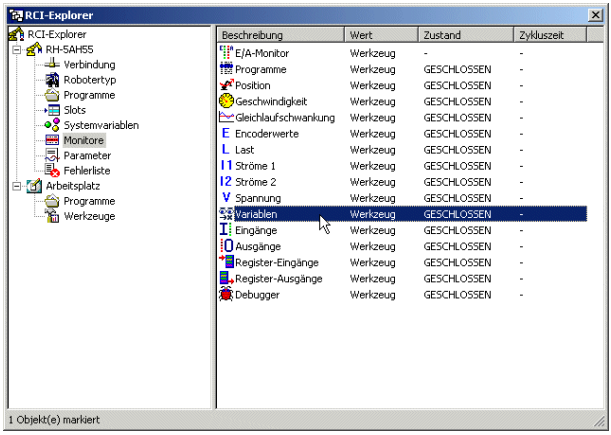
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



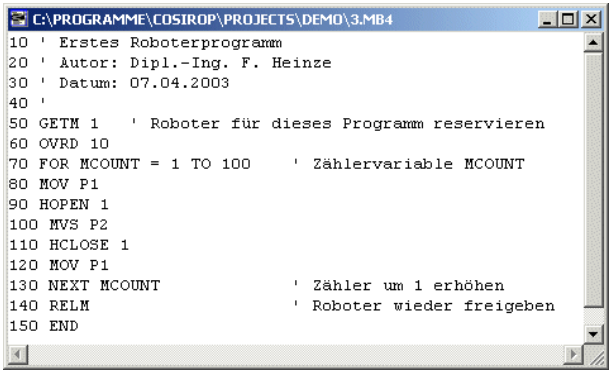
Außer dem Programmablauf können Sie auch verschiedene Kenngrößen Ihres Roboters und alle Variablenwerte beobachten.

Wie Sie Variablenwerte beobachten

CIROS® Studio stellt ein breites Spektrum an Monitor-Funktionen zur Verfügung. Zur Beobachtung von Variablenwerten benutzen Sie den Variablen-Monitor. Öffnen Sie den Variablen-Monitor durch Doppelklicken auf **Variablen** im Ordner **Monitore**.

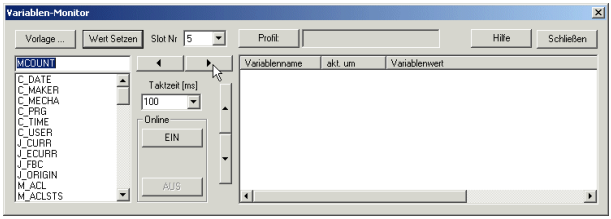


Um eine lokale Programmvariable beobachten zu können, modifizieren Sie zunächst Ihr Roboterprogramm und fügen eine Zählervariable MCOUNT ein.

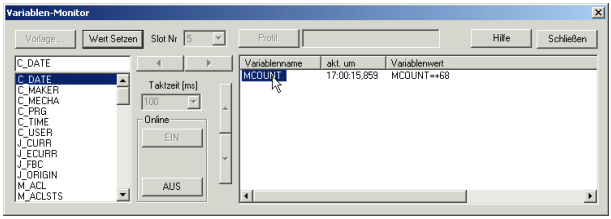

C:\PROGRAMME\COSIROP\PROJECTS\DEMO\3.MB4
10 ' Erstes Roboterprogramm
20 ' Autor: Dipl.-Ing. F. Heinze
30 ' Datum: 07.04.2003
40 '
50 GETM 1   ' Roboter für dieses Programm reservieren
60 OVRD 10
70 FOR MCOUNT = 1 TO 100   ' Zählervariable MCOUNT
80 MOV P1
90 HOPEN 1
100 MVS P2
110 HCLOSE 1
120 MOV P1
130 NEXT MCOUNT   ' Zähler um 1 erhöhen
140 RELM   ' Roboter wieder freigeben
150 END

Übertragen Sie das modifizierte Programm zum Roboter, laden Sie es in Slot 5, und starten Sie das Programm. Selektieren Sie anschließend im Variablen-Monitor den Slot 5 und fügen Sie die Variable MCOUNT in die Liste der zu beobachtenden Variablen hinzu.

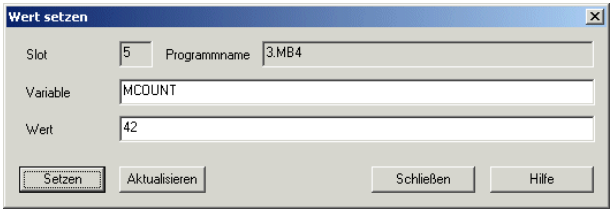
© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Starten Sie den Monitor durch Drücken auf EIN und beobachten Sie, wie sich der Wert von MCOUNT verändert.



Durch Doppelklicken auf die Variable öffnen Sie den Dialog **Wert setzen**. Benutzen Sie diesen, um den Wert der Variablen MCOUNT zu verändern. Beobachten Sie die Veränderung im Variablen-Monitor.

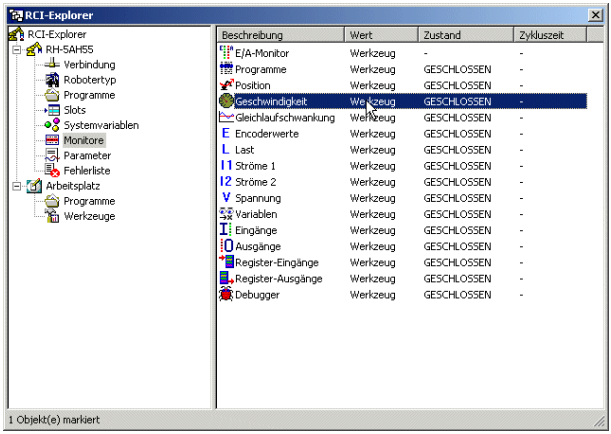


Neben dem Variablen-Monitor gibt es noch viele weitere Monitore. Überprüfen Sie den Zustand des Roboters mit Hilfe weiterer Monitore.

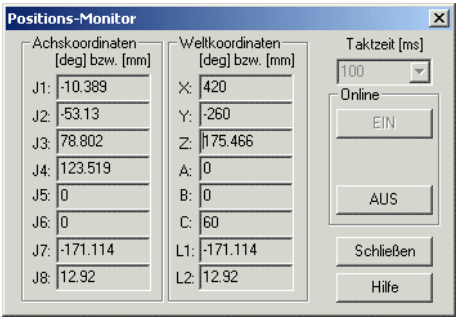
Wie Sie Roboterzustände beobachten

Starten Sie erneut Ihr Beispielprogramm und öffnen einige der

Monitore. Doppelklicken Sie dazu auf den Monitor, den Sie öffnen wollen im Ordner **Monitore**.

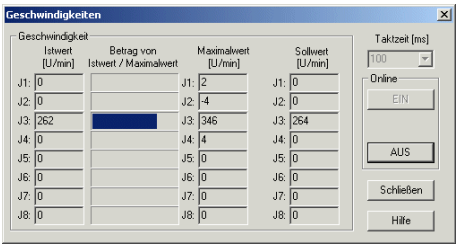


Öffnen Sie den Positions-Monitor. Beobachten Sie die Veränderung der aktuellen Position des Roboters in Welt- und Achskoordinaten.

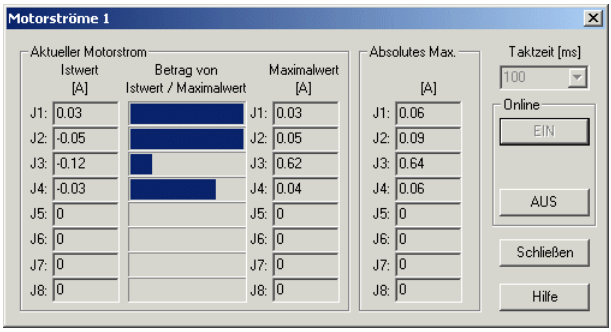


Öffnen Sie den Monitor Geschwindigkeit. Beobachten Sie die Veränderung der aktuellen Gelenkgeschwindigkeit des Roboters.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Öffnen Sie den Monitor Motorströme 1. Beobachten Sie die Veränderung der aktuellen elektrischen Ströme der einzelnen Servomotoren des Roboters.

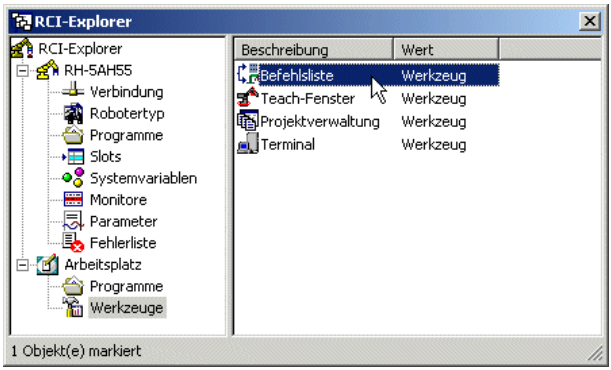


Stoppen Sie das Programm und erfahren Sie anschließend, wie Sie Befehle direkt an den Roboter senden.

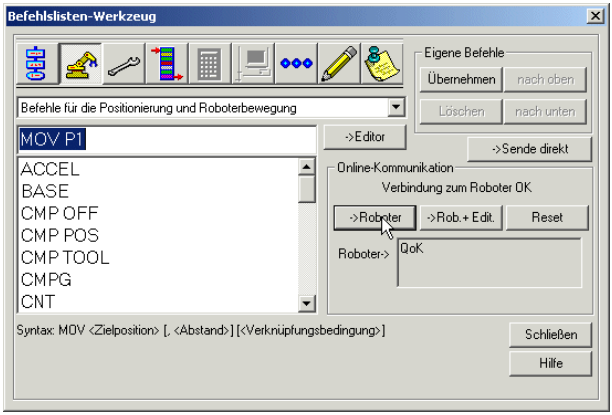
Wie Sie Befehle an den Roboter senden

Lesen und beachten Sie die Sicherheitshinweise aus dem SAFETY MANUAL genau, bevor Sie mit dem Roboter arbeiten!
Sie können auch interaktiv Befehle an die Robotersteuerung senden und deren Antworten anzeigen. Öffnen Sie hierzu das Werkzeug **Befehlsliste** durch einen Doppelklick auf **Befehlsliste** im Ordner

Werkzeuge



Sie können die Befehlsliste auch alternativ mit dem Befehl **Extras → online Kopplung -› Befehlsliste** öffnen. Mit dieser Dialogbox können Sie sowohl Befehle direkt zum Roboter senden, als auch Befehle in ein Roboterprogramm einfügen.



© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Um die Funktion der Befehlsliste zu testen, setzen Sie zunächst den Inhalt der Slots zurück. Laden Sie anschließend Ihr Beispielprogramm 3 in Slot 1. Schalten Sie dann die Servomotoren Ihres Roboters über das Kontextmenü zum Roboter mit dem Befehl **Servos einschalten** ein.

Senden Sie anschließend die beiden Bewegungsbefehle **MOV P1** und **MOV P2** an den Roboter. Der Roboter bewegt sich zu den von Ihnen vorgegebenen Positionen.

Die Befehlsliste stellt eine nach Gruppen geordnete Liste von Befehlen und eine kurze Syntaxbeschreibung des aktuellen Befehls bereit. Mit der Schaltfläche **Roboter** oder der **RETURN**-Taste können Sie den aktuellen Befehl an den Roboter senden. Den Befehl können Sie entweder aus der Liste auswählen oder über die Tastatur eingeben. Die Befehlsliste speichert die letzten 20 Befehle. Um diese anzuzeigen, wählen Sie die Befehlsgruppe Letzte Befehle.

Die Schaltfläche **Sende direkt** dient ebenfalls dazu, Befehle an den Roboter zu senden. In diesem Fall wird jedoch der Befehl gesendet, ohne dass evtl. notwendige Zusätze hinzugefügt werden.
Benutzen Sie diese Schaltfläche daher nur, um direkt mit Ihrem Roboterprogramm zu kommunizieren, oder wenn Sie eine genaue Kenntnis über die Roboterkommunikation besitzen. Zum Datenaustausch mit einem ablaufenden Roboterprogramm eignet sich ebenfalls das Terminal.

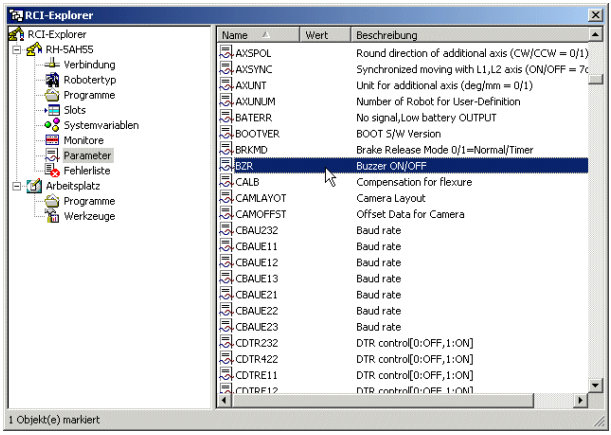
Außerdem können Sie eine Liste Ihrer häufigsten Befehle unter Verwendung der Schaltfläche **Übernehmen** in der Gruppe **Eigene Befehle** erstellen. Diese Liste können Sie durch Auswahl der Befehlsgruppe **Eigene Befehlsliste** anzeigen. Die eigene Befehlsliste wird zusammen mit dem Projekt gespeichert.

Hin und wieder ist es erforderlich, dass Sie spezielle Einstellungen des Roboters verändern. Erfahren Sie, wie Sie die Parameter des Roboters ändern.

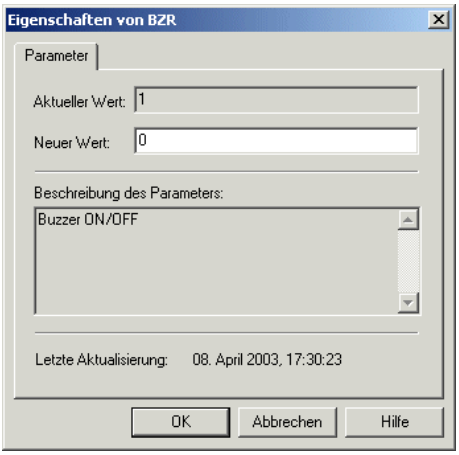
Wie Sie Parameter ändern

Selektieren Sie den Ordner **Parameter**. Wenn Sie mit einem Roboter der A-Serie (RV-A, RH-AH, RP-AH) arbeiten, dann wird zunächst die Liste aller Parameter vom Roboter angefordert. Diese Liste wird nur einmal zu Ihrem PC übertragen und steht anschließend für alle weiteren Projekte bereit. Zum Ändern eines Parameters klicken Sie einfach doppelt auf den gewünschten Parameter.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193


RCI-Explorer
RCI-Explorer
RH-5AH55
Verbindung
Robotertyp
Programme
Slots
Systemvariablen
Monitore
Parameter
Fehlerliste
Arbeitsplatz
Programme
Werkzeuge
Name
Wert
Beschreibung
AXSPOL
Round direction of additional axis (CW/CCW = 0/1)
AXSYNC
Synchronized moving with L1,L2 axis (ON/OFF = 7
AXUNT
Unit for additional axis (deg/mm = 0/1)
AXUNUM
Number of Robot for User-Definition
BATERR
No signal,Low battery OUTPUT
BOOTVER
BOOT S/W Version
BRKMD
Brake Release Mode 0/1=Normal/Timer
BZR
Buzzer ON/OFF
CALB
Compensation for flexure
CAMLAYOT
Camera Layout
CAMOFFST
Offset Data for Camera
CBAU232
Baud rate
CBAUE11
Baud rate
CBAUE12
Baud rate
CBAUE13
Baud rate
CBAUE21
Baud rate
CBAUE22
Baud rate
CBAUE23
Baud rate
CDTR232
DTR control[0:OFF,1:ON]
CDTR422
DTR control[0:OFF,1:ON]
CDTRE11
DTR control[0:OFF,1:ON]
1 Objekt(e) markiert

Im Eigenschaftsdialog zu dem Parameter können Sie einen neuen Wert vergeben. Wenn Sie mit einem Roboter der A-Serie (RV-A, RH-AH, RP-AH) arbeiten, dann stellen Sie sicher, bevor Sie diesen Wert mit **OK** setzen, das an der Steuerung mit dem Schlüsselschalter der Modus **Teach** gewählt ist.



Übernehmen Sie den neuen Wert mit **OK**. Im Beispiel schalten Sie das akustische Signal ab, das bei einem Fehler auftritt.

Achtung

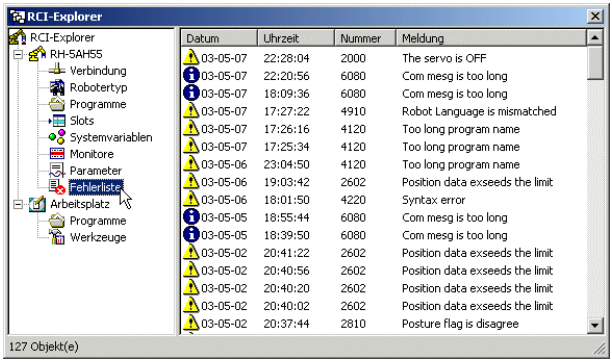
Um die Änderung eines Wertes zu übernehmen, müssen Sie anschließend die Robotersteuerung aus- und wieder einschalten.

Ändern Sie den Parameter aus dem Beispiel wieder auf 1, schalten Sie die Robotersteuerung erneut aus und wieder ein, und stellen Sie den Modus am Schlüsselschalter auf **Auto(Ext.)** zurück.
Erfahren Sie anschließend, wie Sie die letzten Fehlermeldungen auslesen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

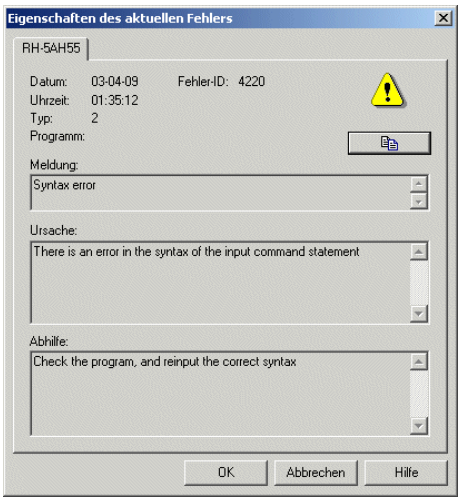
Wie Sie die letzten Fehler überprüfen

Zur Überprüfung der letzten Fehler gehen Sie auf den Ordner **Fehlerliste**. Die Liste, der letzten Fehler wird daraufhin vom Roboter abgefragt.


RCI-Explorer
RCI-Explorer
RH-5AH55
Verbindung
Robotertyp
Programme
Slots
Systemvariablen
Monitore
Parameter
Fehlerliste
Arbeitsplatz
Programme
Werkzeuge
Datum Uhrzeit Nummer Meldung
03-05-07 22:28:04 2000 The servo is OFF
03-05-07 22:20:56 6080 Com mesg is too long
03-05-07 18:09:36 6080 Com mesg is too long
03-05-07 17:27:22 4910 Robot Language is mismatched
03-05-07 17:26:16 4120 Too long program name
03-05-07 17:25:34 4120 Too long program name
03-05-06 23:04:50 4120 Too long program name
03-05-06 19:03:42 2602 Position data exseeds the limit
03-05-06 18:01:50 4220 Syntax error
03-05-05 18:55:44 6080 Com mesg is too long
03-05-05 18:39:50 6080 Com mesg is too long
03-05-02 20:41:22 2602 Position data exseeds the limit
03-05-02 20:40:56 2602 Position data exseeds the limit
03-05-02 20:40:20 2602 Position data exseeds the limit
03-05-02 20:40:02 2602 Position data exseeds the limit
03-05-02 20:37:44 2810 Posture flag is disagree
127 Objekt(e)

Den Grund für einen aktuell anliegenden Fehler können Sie über das Kontextmenü des Roboterordners ermitteln. Wählen Sie **Aktueller Alarm/Fehler**:

Sie können einen aktuellen Fehler auch über den Befehl **Aktueller Alarm/Fehler** im Menü **Ausführen** ermitteln.

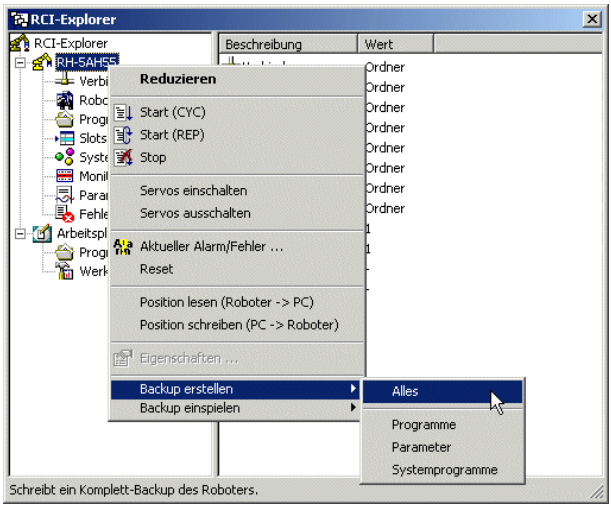


Wenn Sie den Fehlerdialog mit **OK** schließen, wird der aktuelle Fehler zurückgesetzt.
Erfahren Sie als nächstes, wie Sie einen Komplettbackup Ihrer Steuerung erstellen.

Wie Sie einen Komplettbackup Ihrer Steuerung erstellen

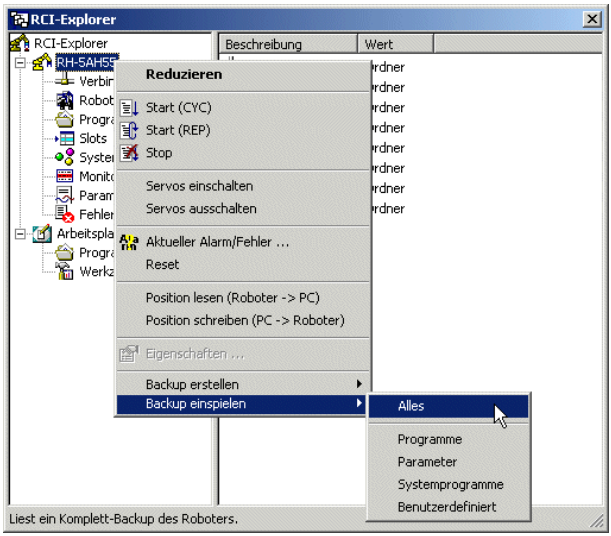
Um Ihre Daten inklusive aller Programme, Parametereinstellungen und der Systemprogramme der Steuerung zu sichern, gibt es für die Roboter der A-Serie (RV-A, RH-AH, RP-AH) die Möglichkeit, ein Komplettbackup auszuführen. Wählen Sie dazu im Kontextmenü des Roboterordners **Backup erstellen → Alles**.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193



Es erscheint ein Dialog mit dem Sie einen Ordner auswählen, in dem das Backup erstellt wird. Wählen Sie einen leeren Ordner aus, damit keine Dateien auf Ihrem PC überschrieben werden und damit sich in Ihrem Ordner nur Dateien von der Robotersteuerung befinden. Der Backup kann einige Minuten dauern, insbesondere, wenn Sie über eine langsame RS232-Verbindung mit Ihrem Roboter verbunden sind und sich viele Programme auf Ihrer Robotersteuerung befinden.

Die so gesicherten Dateien können Sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder einspielen, wenn Sie aus irgendwelchen Gründen Daten verloren haben. Zum Einspielen der Daten wählen Sie **Backup einspielen → Alles** im Kontextmenü des Roboterordners.



Geben Sie im anschließenden Dialog das Verzeichnis an, in dem sich Ihre Backup-Dateien befinden. Nach erfolgreichem Einspielen der Backup-Daten, müssen Sie die Steuerung einmal aus- und wieder einschalten.

Benutzen Sie die Backup-Dateien nur zur Datensicherung und zur Datenwiederherstellung. Versuchen Sie unter keinen Umständen, einzelne Backup-Dateien über den Programmdownload von CIROS® Studio auf die Robotersteuerung zu übertragen, selbst wenn die Backup-Dateien dieselben Namen tragen wie die Programmdateien von CIROS® Studio. Versuchen Sie auch unter keinen Umständen Programmdateien von CIROS® Studio über die Funktion **Backup einspielen** zum Roboter zu übertragen. Die Formate sind unterschiedlich und die Programme im Roboter würden unwiderruflich zerstört werden.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

8. Anhang

8.1 Tastaturbelegung

Taste	Belegung
UMSCHALT+F5	Fenster überlappend anordnen.
UMSCHALT+F4	Fenster nebeneinander anordnen.
ALT+F4	Beendet das Programm.
F7	Zeigt die Roboterposition in Gelenkkoordinaten an.
UMSCHALT+F7	Zeigt die Roboterposition in Weltkoordinaten an.
F8	Öffnet das Fenster Teach-In
F9	Zeigt die an den Eingängen anliegenden Signale an.
UMSCHALT+F9	Zeigt die an den Ausgängen anliegenden Signale an.
STRG+N	Entspricht dem Befehl Neu.
STRG+O	Entspricht dem Befehl Öffnen.
UMSCHALT+F12	Entspricht dem Befehl Speichern.
F12	Entspricht dem Befehl Speichern unter.
STRG+P	Entspricht dem Befehl Drucken.
STRG+A	Entspricht dem Befehl Alles markieren
ALT+EINGABE	Entspricht dem Befehl Eigenschaften.
STRG+X	Ausschneiden. Schneidet den selektierten Text bzw. das markierte Element aus und kopiert ihn in die Zwischenablage.
STRG+C	Kopieren. Kopieren des aktiven Fensters bzw. des selektierten Textes oder Elementes in die Zwischenablage.
STRG+V	Einfügen. Fügt den Inhalt der Zwischenablage im aktiven Fenster bzw. an der markierten Position ein.
STRG+K	Öffnet die Dialogbox Koordinatensysteme. Dort können Sie wählen, welche Koordinatensysteme dargestellt werden sollen.
STRG+E	Schaltet zwischen Editiermodus und Ansichtsmodus um.
STRG+T	Öffnet bzw. schließt den Modell-Explorer.

Die folgende Tastaturbelegung ist abhängig vom aktivierten Fenstertyp. Bei aktiviertem Ansichtsfenster gilt die Tastaturbelegung:

Taste	**Belegung**
STRG+L	Öffnet die Dialogbox Betrachterpunkt.
PLUSTASTE	Aktiviert den Befehl Zoom-In. Dieser vergrößert die Ansicht um einen festgelegten Wert.
MINUSTASTE	Aktiviert den Befehl Zoom-Out. Dieser verkleinert die Ansicht um einen festgelegten Wert.
O	Aktiviert den Befehl Voreinstellung.
V	Aktiviert den Befehl Vorderansicht.
U	Aktiviert den Befehl Rückansicht.
A	Aktiviert den Befehl Aufsicht.
L	Aktiviert den Befehl Linke Seitenansicht.
R	Aktiviert den Befehl Rechte Seitenansicht.
F	Aktiviert den Befehl Formatfüllend.
F11	Schaltet auf Drahtrahmendarstellung um.
UMSCHALT+F11	Schaltet auf eine Darstellung mit gefüllten Flächen um.
STRG+F11	Schaltet auf eine flach schattierte Darstellung um.
UMSCHALT+STRG+F11	Schaltet auf eine weich schattierte Darstellung um.
STRG+D	Öffnet die Dialogbox Darstellung. Dort können Sie die Darstellungsqualität und Darstellungsgeschwindigkeit einstellen.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193

Bei aktiviertem Programmfenster gilt die Tastaturbelegung:

Taste	Belegung
STRG+BILD HOCH	Setzt den Programm-Schrittzeiger auf den Programmanfang zurück.
STRG+Q	Startet ein Roboterprogramm im Ablauf beginnend mit dem aktuellen Schritt.
STRG+Y	Startet ein Roboterprogramm im zyklischen Ablauf beginnend mit dem aktuellen Schritt.
STRG+S	Stoppt ein laufendes Programm.

8.2 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
CIROS®	Cell Oriented Simulation of Studio Robots
NLP	Native Language Programming
TCP	Tool Center Point

© Festo Didactic GmbH & Co. KG • 562193